

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

PERTTU LAITINEN

KYLMÄHUONE-ELEMENTTIEN UUSI PONTTIRATKAISU

Diplomityö

Tarkastaja: professori Asko Riitahuhta
Tarkastaja ja aihe hyväksytty Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan tiedekuntaneuvoksen kokouksessa 3.6.2010

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikanlaitos / Tuotantotekniikka

LAITINEN, PERTTU: Kylmähuone-elementtien uusi ponttiratkaisu

Diplomityö: 82 s., 13 liites.

Tarkastaja: professori Asko Riitahuhta

Rahoittaja: Huurre Insulation Oy

Toukokuu 2010

Diplomityön tarkoituksena oli uudistaa kylmätiloihin käytettävien elementtien ponttimalli. Työ on osa Huurre Insulation Oy:ssä käynnissä olevaa vakiointiprojektia. Kehityshankkeen laajuudesta johtuen diplomityössä rajoitettiin muottivaluelementtien tuotekehitykseen.

Kylmä- ja pakkahuoneet rakennetaan polyuretaanieristeisistä sandwich-elementeistä. Huoneiden pinta-alat vaihtelevat muutaman neliömetrin varastoista isoihin halleihin. Nykyisissä huoneissa on käytössä kaksi erilaista ponttimallia asiakkaasta ja kohteesta riippuen. Näistä elementtimalleista käytetään nimitystä walk-in- ja vakiohuone-elementti. Uuden ponttimallin tuotekehityksen tarkoituksena on kehittää ratkaisu, jota pystytään hyödyntämään molemmissa elementtimalleissa.

Rakennesuunnittelun lähtökohtana oli kehittää valmistusteknisesti yksinkertaisempi ratkaisu ja siten alentaa valmistuskustannuksia. Uuden ponttimallin tavoitteena oli myös elementtien teknillisten ominaisuuksien parantaminen, jotta pystytään täyttämään valmisteilla olevan standardin sekä asiakkaiden asettamat vaatimukset.

Diplomityössä suoritettiin tuotannonseuranta, jossa keskityttiin elementtivalun työnvaiheisiin walk-in ja vakiohuone elementtituotannossa. Seurannan perusteella saatiin selville tuotannon ongelmakohtia ja tietoa kunkin elementtimallin työnvaiheista.

Diplomityössä verrattiin jo olemassa olevia kilpailijoiden ratkaisuja omiin uusiin ratkaisuvaihtoehtoihin. Kilpailijoiden ratkaisusta ja omista ehdotuksista pyrittiin löytämään sopivia ratkaisuehdotuksia asetetuille vaatimuksille.

Löydettyjä ratkaisuehdotuksia vertailtiin keskenään arvoanalyysillä, jonka perustana käytettiin ponttiratkaisulle laadittua vaatimuslistaa. Ratkaisuehdotuksille laskettiin tuotannon vertailukustannukset, jolla pohjustettiin ratkaisuehdotusten arvotusta tuotannon näkökulmasta.

Työ sisältää myös koehuoneen valmistuksen valitulla ratkaisuvaihtoehdolla.

ABSTRACT

Huurre Insulation Oy is part of Huurre group Oy which is the leading Nordic refrigeration company. Huurre Insulation's range of products includes cold rooms, cold stores, refrigerated production facilities, clean rooms, air conditioning and cooling units for the processing industry.

The main aim of this Master's Thesis was to develop new jointing-method for the polyurethane sandwich panels. This thesis has following main issues:

- to investigate and analyze the jointing-methods of competitors
- to find best solution either from competitors or own design
- to find possible problems in production line that could be improved with new jointing method
- to create Vertex 3D-models
- to create test-room with the chosen method

The main goal of this research was to develop new jointing-method to improve production and technical quality of the panels. This research was mainly carried out using generic product development methods.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty opinnäytetyöksi Huurre Insulation Oy:n Ylöjärven tehtaalle. Työn tarkastajana on toiminut professori Asko Riitahuhta. Haluan kiittää häntä diplomityön eri vaiheissa saamistani neuvoista ja opastuksesta. Diplomityön rahoitus on järjestetty pääosin Tampereen Teknillisen Yliopiston myöntämällä stipendillä.

Erityisesti haluan kiittää työni valvojaa Petteri Salakaria tuotekehitykseen liittyvistä neuvoista ja opastuksesta, sekä tuotekehitysosaston Veijo Tuomista sekä Matti Lehtistä teknisistä neuvoista ja kannustavasta yhteistyöstä. Vesa Ohlssonia haluan kiittää tuotantoon liittyvistä neuvoista ja mittausten toteuttamisesta.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia perheen jäseniä ja ystäviä, jotka ovat auttaneet ja neuvoneet opiskelussani ja diplomityön valmiiksi saattamisessa.

Tampereella 6.6.2010

Perttu Laitinen

Insinöörinkatu 43 A 59

33720 Tampere

Puh. 040 865 2981

SISÄLLYSLUETTELO

ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	5
TERMIT, LYHENTEET JA MERKINNÄT	8
1. JOHDANTO	10
1.2 Työn lähtökohdat	10
1.3 Työn tavoitteet	10
1.4 Työn rakenne.....	10
2. TUOTEKEHITYS	12
2.1 Tuotekehitys yleisesti.....	12
2.1.1 Tuotekehityksen perusta.....	12
2.1.2 Aikataulutus.....	13
2.1.3 Riskien hallinta.....	13
2.1.4 Kustannusten seuraaminen	14
2.2 Tehtävänasettelu.....	14
2.2.1 Tavoitteiden asettaminen.....	14
2.2.2 Vaatimuslistan teko	15
2.3 Ideointi	16
2.3.1 Markkinatutkimus.....	16
2.3.2 Benchmarking.....	17
2.4 Luonnostelu.....	17
2.4.1 Luonnostelun vaiheet.....	17
2.4.2 Abstrahointi	19
2.4.3 Toimintorakenne.....	19
2.4.4 Ratkaisuperiaatteiden haku.....	20
2.4.5 Ratkaisuperiaatteiden yhdistely.....	23
2.4.6 Ratkaisumuunnelmien valinta pistearvioinnin avulla	23

2.5 Kehittely	26
2.5.1 Rakennemuotoilu	28
2.6 Viimeistely	30
3. STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET	32
3.1 Standardit ja niiden merkitys	32
3.2 Standardisointi Euroopassa ja maailmalla	33
3.2.1 Tekninen komitea TC 128	33
4. PATENTOINTI	35
5. TUOTTEELLE ASETETUT VAATIMUKSET	36
5.1 Polttotesti	36
5.1.1 Pienenliekintesti	36
5.1.2 SPI-palokoe	36
5.2 Palokokeet Huurre elementeille	36
6. NYKYTILANNE	38
6.1 Kohdeyritys	38
6.2 Muottivaluelementti	38
6.2.1 Elementtimallit	39
6.3 Nykyinen tuotanto	44
6.3.1 Levyrata	45
6.3.2 Elementtivalu	46
6.4 Työnvaiheiden seuranta elementtituotannossa	51
6.4.1 Tulokset	52
6.5 Kylmähuoneen asennus	54
7. UUDEN PONTTIRATKAISUN SUNNITTELU	58
7.1 Esitutkimus	58
7.1.1 Lähtökohdat	58
7.2 Tehtävän asettelu	59
7.2.1 Aikataulutus	59
7.2.2 Tavoitteet ja vaatimukset	59
7.2.3 Ratkaisuperiaatteiden haku	60

7.3 Vaihtoehtoiset ratkaisut.....	60
7.4 Oma ratkaisu	64
7.4.1 Porrasrakenteen edut ja haitat.....	68
8. RATKAISUEHDOTUSTEN ARVOTUS.....	70
8.1 Ponttiratkaisuiden vertailukustannukset.....	70
8.2 Pistearviointi	73
9. VALITUN RATKAISUEHDOTUKSEN TESTAUS.....	75
9.1 Tulokset.....	76
10. PROSESSIN UUSIMINEN.....	77
11. JATKOKEHITYSSUUNNITELMAT	78
12. TYÖN TULOKSET JA ARVIOINTI	79
13. YHTEENVETO	80
14. LÄHTEET.....	81

TERMIT, LYHENTEET JA MERKINNÄT

Abstrahointi	Vaatimusten tai ominaisuuksien pelkistäminen, joka tehdään asiaytimen selvittämiseksi.
CEN	European Committee for Standardization – Eurooppalainen standardoimisjärjestö.
CENELEC	European Committee for Electro technical Standardization- Eurooppalainen sähköalan standardoimisjärjestö.
CE-merkintä	Merkintä, jolla valmistaja osoittaa tuotteen vastaavan EU:n vapaakaupan edellyttämiä direktiivejä.
CFC	kloorifluorihilivedyt
EFTA	European Free Trade Association – Euroopan vapaakauppa liitto.
EN	European Standard – CENissä tai CENELECissä laadittu eurooppalainen standardi.
FIGRA	Savuntuoton kasvunopeus
HCFC	hydrokloorifluorihilivedyt
ISO	International Organization for Standardization – kansainvälinen standardoimisjärjestö.
THR	Kokonaislämmöntuotto
Pontti	Reunan muoto
POES	Polyesteri
PIR	Polyisosyanuraatti
PUR	Polyuretaani
PVC	Polyvinyylikloridi
PVDF	Polyvinyylifluoridi
RST	Ruostumaton teräs
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SMOGRA	Savuntuoton kasvunopeus
TC	Technical Committee – tekninen komitea

TSP	Kokonaissavuntuotto
VDI 2221	Saksalainen suunnitteluohjeisto
Vakiohuone	Muottivalulla valmistettava kylmähuone
Walk-in	Muottivalulla valmistettava kylmähuone
W	Watti- tehon yksikkö

1. JOHDANTO

1.2 Työn lähtökohdat

Tämä työ on tehty diplomityönä Huurre Insulation Oy:lle. Diplomityön lähtökohtana oli löytää uusi kustannustehokas ponttiratkaisu kylmä- ja pakastehuoneissa käytettävien elementtien valmistukseen ja asennukseen. Elementtien tuotannollisia sekä laadullisia ominaisuuksia on parannettava, jotta pystytään kilpailemaan ja laajentamaan markkinoita, niin kotimaassa kuin ulkomailla. Kylmähuone-elementeille astuu voimaan syksyllä 2010 uusi standardi, joka asettaa elementeille omat laadulliset ja rakenteelliset vaatimukset. Projektin laajuudesta johtuen työssä rajoitutaan muottivaluna valmistettaviin Huurre-elementteihin, joista tässä työssä käytetään nimitystä walk-in- sekä vakiohuone-elementti.

1.3 Työn tavoitteet

Diplomityön tavoitteena oli löytää tai suunnitella uusi ponttiratkaisu kylmähuone-elementeille, joka täyttää markkinoiden ja standardien vaatimukset, käynnistää tuotekehitysprojekti ja tuottaa dokumentit sekä valmistaa ensimmäinen prototyyppi. Työn luonteeseen kuuluu ratkaisuvaihtoehtojen vertailu teknisestä ja taloudellisesta näkökulmasta. Tarkoituksena on kehittää tuotteesta mahdollisimman valmistusystävällinen ja pyrkiä pitämään tuotantojärjestelmiin liittyvät muutostaloudelliset kustannukset mahdollisimman pieninä. Tuotantoon liittyvien ominaisuuksien lisäksi pyrittiin löytämään mahdollisimman asennusystävällinen ratkaisu, sillä huoneiden asennustilat ovat useissa kohteissa hyvin ahtaat ja toleranssit pieniä.

Työssä pyrittiin löytämään yhteinen ratkaisu walk-in- ja vakiohuone-elementtien tuotantoon. Erilaiset ponttiratkaisut heikentävät olemassa olevan tuotantokapasiteetin käyttöä, sillä eriävä ponttimalli vaatii eriävät tuotannonvälineet.

Kylmähuone-elementtien valmistukseen, asennukseen ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset ovat kasvaneet huomattavasti viime vuosina. Tästä hyvänä esimerkkinä on 2010 syksyllä voimaan tuleva vaatimus, jonka mukaan tietyillä markkina-alueilla ei voi rakentaa kylmähuoneita, jos elementeissä ei ole vaadittua CE-merkintää. Myös diplomityön aikana esille tulleet uudet paloturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja määräykset asettavat ehtoja sopivan ponttiratkaisun löytämiselle.

1.4 Työn rakenne

Työn tarkoituksena oli soveltaa yleisen tuotekehitysprosessin vaiheita tuotteen suunnitteluun/löytämiseen ja edelleen kehittämiseen. Teoriaosuudessa käydään läpi yleisesti tuotekehitysprojektin vaiheet. Tämän lisäksi käydään läpi standardien ja määräysten asettamia vaatimuksia kehitettävälle tuotteelle.

Luvussa 5 perehdytään tuotteelle asetettuihin paloteknisiin vaatimuksiin. Luvussa käydään läpi elementeille suoritettavan polttotestin kulku ja analysoidaan Huurre-elementtien polttotestien tuloksia.

Luvussa 6 käydään läpi yrityksen nykytilanne. Esitetään tämän hetkiset tuotteet sekä käydään läpi tuotannon vaiheet. Tuotantoon tutustuttiin haastattelemalla toimihenkilöitä sekä tehtaan työntekijöitä. Tuotannon kulku oli myös ennestään diplomityöntekijälle tuttu, sillä hän on työskennellyt tehtaalla kesät 2003 ja 2004.

Varsinainen tuotekehitysprojekti alkoi markkinatutkimuksella, jossa selvitettiin kilpailijoiden käyttämiä ratkaisuja pääasiassa Internet-lähteiden avulla. Työssä käytettiin myös hyväksi aivoriihiä sekä tuplatiimi-istuntoja. Tämän jälkeen työn tavoitteiden kannalta mielekkäimmät löydetty ratkaisut arvotettiin ja valittiin sopivin ratkaisu. Erilaiset löydetty ratkaisut ja työn tarkemmat tavoitteet ja vaatimukset sekä parhaan ratkaisun valinta on esitetty luvussa 7.

Luvussa 8 vertaillaan valittuja ratkaisuvaihtoehtoja keskenään.

Luvussa 9 käydään läpi valitun ratkaisun prototyypin valmistus sekä kylmähuoneen asennus ja näissä esille tulleet huomiot.

Luvussa 10 tarkastellaan uuden ponttiratkaisun vaikutusta yrityksen eri osastoille.

Luvussa 11 esitellään jatkotoimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä tuotteistuksen ja markkinoille saattamisen kannalta. Lisäksi käydään läpi tuotteelle suunnitellut jatkokehityssuunnitelmat.

2. TUOTEKEHITYS

2.1 Tuotekehitys yleisesti

2.1.1 Tuotekehityksen perusta

Tuotekehityksellä on hyvin merkittävä rooli yrityksen markkina-aseman ja kilpailukyvyyn säilyttämiseen, muuttuvilla markkinoilla. Yrityksen tulee panostaa tuotekehitykseen jatkuvasti, sillä uudet ja nykyaikaiset tuotteet takaavat suuremman asiakaskunnan kiinnostuksen.

Jokaisella markkinoilla olevalla tuotteella on elinikä. Tällä tarkoitetaan sitä aikaa, jolloin tuotetta valmistetaan ja markkinoidaan. Tuotteiden eliniät vaihtelevat suuresti tuotetyyppien välillä. Teollisuuden investointi tuotteilla elinikä voi olla kymmeniä vuosia, kun taas trendituotteilla vain muutamia kuukausia. Teknologian kehittymisen myötä useiden tuotteiden eliniät ovat lyhentyneet huomattavasti. Tuotteiden lyhentyneet eliniät, sekä markkinoilla kasvava kilpailu, korostavat tuotekehityksen tärkeyttä osana menestyvää yritystä.

Tuotekehitystyö on toimintaa, jolla pyritään kehittämään täysin uusi tuote tai parantamaan jo olemassa olevaa tuotetta niin, että tuotteesta tulee teknisesti aikaisempaa parempi ja kustannustehokkaampi. Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, jonka läpiviemiseen sisältyy useita vaiheita, ennen kuin alkuidea saadaan jalostettua valmiiksi tuotteeksi. Näihin vaiheisiin kuuluu: tuoteidean etsiminen, markkinatutkimukset, tuotteen luonnostelu, yksityiskohdainen suunnittelu, optimointi, työpiirustusten ja käyttöohjeiden laatiminen sekä tuotantomenetelmien kehittäminen. (Tapani Jokinen: Tuotekehitys 1987)

Tuotteen kehitystä voidaan tarkastella useista näkökulmista, kuten markkinoinnin, suunnittelun, tuotannon tai asiakkaan. Tässä työssä tuotekehitystä tullaan tarkastelemaan pääasiassa tuotannon näkökulmasta, kuitenkin unohtamatta, että kaikkien osapuolten osallistuminen tuotteen kehitykseen on erittäin tärkeää, tyydyttävän lopputuloksen löytämiseksi.

Tuotekehityksen tavoitteena on kehittää tuotteita, jotka täyttävät mahdollisimman hyvin niille asetetut vaatimukset. Usein tavoitteena ei kuitenkaan ole suunnitella ”liian täydellistä” tuotetta, vaan ratkaisua etsittäessä, on otettava huomioon rajoitteet, jotka yrityksen tekniset ja taloudelliset resurssit asettavat. Tuotekehitys ei ole vain teknisen tietämyksen osaamista, vaan sen lisäksi vaaditaan hyvää luonnontiedon tuntemusta, sosiaalisia taitoja, tietoja talouselämästä, kulttuurista ja jopa taiteesta. (Tapani Jokinen: Tuotekehitys toinen painos 1991)

Tuotekehityksessä saataville ratkaisuille on tärkeää löytää teoreettinen pohja sekä käytännön osoittama todentaminen. Näin varmistutaan että tuotesuunnittelu tullaan toteuttamaan teorian ja käytännön yhteisvaikutuksessa. Onnistuneessa tuotesuunnittelussa teorian ja käytännön osuutta ei tulisi rajoittaa, vaan ne on nähtävä yhtenä kokonaisuutena. Teoria ilman käytännön kokemusta on pitkällä tähtäimellä tehotonta, kun otetaan huomioon teorioissa

aina käytetyt yleistykset ja rajoitukset. Toisaalta pelkillä käytännön kokeiluilla ratkaisun löytäminen on pääsääntöisesti vaikeaa ja hidasta.

Tuotekehityksen perusideana onkin tasapainoilla erilaisten teorioiden ja käytännön välillä ja pyrkiä löytämään ”kultainen keskite”. Tehokkaan tuotekehitysprojektin hallinnalle ja läpiviemiselle esitetään useita erilaisia teorioita alan kirjallisuudessa. Tyypilliset teoriat ovat vaiheittaisia prosesseja, joissa edetään askel kerrallaan kohti valmista tuotetta. Osat teorioista ovat kuitenkin usein varsin perusteellisia ja raskaita, jolloin niitä on vaikeaa ja hidasta seurata askel askeleelta. Onnistuneen tuotekehitysprojektin perustana onkin suunnittelijan ammattitaito löytää oikeat teoriat ja toimintatavat, jotka soveltuvat kyseiselle projektille.

2.1.2 Aikataulutus

Tuotekehityksen yksi tärkeimmistä ja vaikeasti hallittavista osa-alueista on projektin aikataulutus. Kokemattomilla henkilöillä on usein vaikeuksia suunnitella ja pysyä sovitussa aikataulussa. Tuotekehitysprojektin kesto vaihtelee suuresti, sen laajuudesta ja tarkkuudesta riippuen. Todellisuudessa vain hyvin harvat tuotekehitysprojektit voidaan viedä läpi alle vuodessa. Tyypillisesti yrityksen kannalta tärkeän tuotteen kehitys vaatii usein monia vuosia, sekä asiakkaalta saadun palautteen aiheuttamat muutokset tuovat lisää aikataulullisia muutoksia projekteille.

Aikataulua suunniteltaessa on otettava huomioon projektin laajuus, markkinatilanne, käytettävissä olevat resurssit, projektin merkitys yritykselle sekä projektiin liittyvät riskit. Aikataulun avulla pystytään tekemään arvio tuotteen valmistusajankohdasta ja sen avulla pystytään seuraamaan projektin etenemistä. Jotta projektin aikataulutus olisi mahdollisimman tarkkaa, tulee projekti jakaa osaprojekteihin. Seuraavassa on lueteltu hyvän aikataulutuksen perusasiat:

- Projektin aloituspäivämäärä
- Suoritettavat osatehtävät
- Osatehtäviin varattu aika
- Projektiryhmän kokoontumispäivämäärät
- Aikataulun viimeisin päivityspäivämäärä
- Projektin oletettu valmistusajankohta

2.1.3 Riskien hallinta

Riskillä tarkoitetaan jotain sellaista odottamatonta tapahtumaa, joka pääasiallisesti aiheuttaa yritykselle taloudellista vahinkoa. Tuotekehityksessä esiintyvät riskit liittyvät pääasiassa henkilöstöön, aikataulutukseen, teknologiaan ja kilpailuun. Riskien laajuuteen voidaan vaikuttaa tehokkaalla riskien hallinnalla, jolla pyritään eliminoimaan ja hallitsemaan riskejä, jotta niiden vaikutus toimintaan pysyy hyväksyttävänä.

Tuotekehityksessä esiin tulevat riskit voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Ensimmäisiä ovat riskit, joiden takia tuotekehitysprojekti epäonnistuu osittain tai kokonaan. Toisena tulevat tuotekehitysprojektin piilevät riskit, joiden vaikutukset tulevat esille vasta myöhem-

min. Tehokkaan ja toimivan riskienhallinnan ensimmäisenä lähtökohtana on perusteellinen esitutkimus, jolla varmistetaan, että todellakin tiedetään, mitä kehitystyöltä halutaan ja miten se saavutetaan hyväksyttävien riskein.

Hyvällä projektinhallinnalla pyritään kehitystyön aikaisten riskien minimointiin. Hyvä projektinhallinta edellyttää projektissa olevien henkilöiden motivointia ja optimaalista kuorittamista. Teknisten riskien, kuten materiaali-, konstruktio, tuotanto- ja valmistusteknisiä riskejä, pyritään ehkäisemään toimivalla laatu järjestelmällä. Vaikeinta riskienhallinnassa on niiden tunnistaminen, joka on edellytys niiden poistamiseen ja minimoimiseen. (Välimää V., Kankkunen M. Lageroos O. Ja Lehtinen M. 1994 Tuotekehitys asiakastarpeesta tuotteeksi)

2.1.4 Kustannusten seuraaminen

Suurin osa kustannuksista syntyy valitusta ratkaisuperiaatteesta ja sen rakennemuotoilusta. Tästä syystä on tärkeä seurata ja aloittaa kustannusten optimointi, mahdollisimman varhain ja tarkasti, kaikissa rakennesuunnittelun vaiheissa. Valmistuksella ja asennuksella on melko vähän mahdollisuuksia kustannusten pienentämiseen. Viisaalla suunnittelulla voidaan alentaa tuotantokustannuksia enemmän kuin pelkillä valmistustoimenpiteillä. Toisaalta valmistuksen aikana tapahtuvat merkittävät rakennemuutokset aiheuttavat usein korkeita muutoskustannuksia.

Tuotteiden valmistuksessa syntyvät kokonaiskustannukset jaetaan yksittäiskustannuksiin ja yleiskustannuksiin. Yksittäiskustannukset voidaan kohdistaa suoraan yhteen kustannuspaikkaan, kuten yksittäisosan materiaali- tai valmistuspalkkakustannus. Yleiskustannuksia ovat kustannukset, joita ei voida suoraan kohdistaa minnekään. Kustannukset voidaan jakaa muuttumattomiin ja muuttuviin kustannuksiin. Muuttumattomat kustannukset pysyvät muuttumattomina tietyllä aikavälillä, näitä ovat esimerkiksi toimihenkilöiden palkat ja toimitilojen vuokrat. Muuttuvat kustannukset ovat riippuvaisia tilauksen määrästä ja valmistuserän suuruudesta.

Tuotteen valmistuksessa syntyvät kokonaiskustannukset ovat tuotantokustannuksia, jotka sisältävät sekä muuttuvia että kiinteitä kustannuksia. Rakennesuunnittelussa tehtävillä päätöksillä on merkittävä vaikutus muuttuviin kustannuksiin, kuten materiaalin valintaan, valmistusaikoihin, tuotannon asetusaikeisiin, valmistuserän kokoon sekä valmistus- ja asennustapoihin. Kustannusten seuraamisessa on tärkeää pyrkiä niiden varhaiseen tunnistamiseen ja arviointiin. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

2.2 Tehtävänasettelu

2.2.1 Tavoitteiden asettaminen

Tavoitteiden asettaminen on yksi ensimmäisistä vaiheista tuotekehitysprosessin kulussa. Siinä määritellään tuotekehitysprojektille tavoitteet ja rajoittavat ehdot. Työkaluina tavoit-

teiden asettamiseen voidaan käyttää markkinatutkimuksia, benchmarkingia ja erilaisia kirjallisuustutkimuksia.

Suurin osa tavoitteista pohjautuu vaatimuslistan vaatimuksiin, jotka pyritään täyttämään mahdollisimman hyvin. Vaatimuksille annetaan usein kahdenlaisia määrittäjiä, joko tavoitteena on täyttää vaatimus ideaalisesti tai vaatimukselle annetaan tietty vaihteluväli. Tehtävä ja sen vaatimusten arvoitus, on alusta alkaen, määriteltävä mahdollisimman tarkasti ja selkeästi. Tämä helpottaa vaatimuksiin tehtävien lisäyksien ja korjauksien hallintaa, sekä tuotekehitysprojektin onnistumisen arviointia, kun alkuperäiset tavoitearvot ovat yksikäsitteisesti käytettävissä. (Karl T. Ulrich ja Steven D. Eppinger: 2000. Product Design and Development – 2nd. Ed.) (Tanskanen, K et al. 1990)

Tuotekehitysprojektille asetettujen teknisten vaatimusten lisäksi tulee huomioida projektin yleiset tavoitteet. Yksi tärkeistä tavoitteista on projektin taloudellinen toteuttaminen, sillä se määrää rajat projekti- sekä lopputuotekustannuksille. Teknisiä ratkaisuja etsittäessä on otettava huomioon myös valmistuksen, kuljetuksen, asennuksen ja käytön asettamat rajoitukset. Näiden tekijöiden asettamat vaatimukset tulee ottaa huomioon jo luonnosteluvaiheessa, jotta tavoitteet olisivat selkeät koko projektin ajan.

2.2.2 Vaatimuslistan teko

Vaatimuslistan tekoa varten pitää tehdä selväksi, tuotteelle vaaditut tavoitteet ja rajoitukset, jolloin mahdollisten virheiden määrä kehitelmissä vähenee. Vaatimuslistaa selvitetessä tulee erottaa toisistaan tuotteelle asetetut ehdottomat vaatimukset ja halutut toivomukset. Vaatimuksilla tarkoitetaan ominaisuuksia, joiden täyttämättä jättäminen aiheuttaisi ajatellun ratkaisun hylkäämisen. Halutut toivomukset tulee ottaa huomioon mahdollisuuksien, kuten projektin suunnatun budjetin, mukaan.

Vaatimukset pitää ilmoittaa mahdollisimman täsmällisinä lukuarvoina, jos vain mahdollista. Jos käytetään sanallisia lausumia, on ne muotoiltava mahdollisimman selvästi. Vaatimuslista on siis kaikkien vaatimusten ja toivomusten luettelo, esitettynä niiden osastojen kielellä, joita tuotekehitysprojekti koskee. Vaatimuslista toimii työskentelyn perusasiakirjana, sillä se antaa lähtökohdat ja se pidetään ajan tasalla projektin edetessä.

Vaatimuslistan ulkoinen muoto tulee päättää yhdessä yrityksen järjestelyvän osaston kanssa. Yhtenäinen, tunnettu ulkomuoto, auttaa vaatimuslistan käyttöä mahdollisimman laajasti yrityksen eri osa-alueilla. Vaatimuslistassa voi olla hyödyllistä jakaa vaatimukset osajärjestelmiin (toiminto- tai rakenneryhmiin), jos nämä ovat helposti tunnistettavissa. Tärkeissä vaatimuksissa kannattaa laittaa esille myös vaatimuksen ja toivomuksen lähde, jotta tarvittaessa pystytään kääntymään esittäjän puoleen ja tutkia hänen varsinaisia perustelujaan. Kehittelyn aikana tehdyt muutokset ja täydennykset tulee lisätä sellaisenaan ja lähteineen vaatimuslistaan, jotta tehtävänasettelu pysyisi ajan tasalla.

Vaatimusten informaatio tulee kerätä mahdollisimman täydellisesti ja mielekkäästi yhteen. Kun tehtävä on riittävän selvä ja asianomaisten mielestä vaatimukset voidaan teknillisesti ja taloudellisesti toteuttaa, suunnittelutyö voidaan aloittaa vaatimuslistan vahvistamisen ja

luonnosteluvaiheen aloittamispäätöksen jälkeen. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

2.3 Ideointi

Ideointi on suunnitteluprosessin vaihe, jossa pyritään määrittelemään tuotteelle halutut kehitysmahdollisuudet. Ideoinnin lähtökohtana voi olla joko täysin uusi tuote tai jo olemassa olevan tuotteen jatkokehitys. Ideoita uusille tuotteille ja kehitystarpeille haetaan ja etsitään pääsääntöisesti seuraavista lähteistä:

- markkinointi- ja myyntiosasto
- tutkimus ja kehitysosasto
- tuotekehitys
- tuotanto-organisaatio
- nykyiset asiakkaat
- uudet potentiaaliset asiakkaat
- alihankkijat

Yrityksen tulee pyrkiä mahdollisimman oma-aloitteiseen kehityskohteiden kartoittamiseen, sillä niillä on suora yhteys asiakkaiden tarpeiden täyttymiseen ja tyytyväisyyteen. Ideointia toteutettaessa on aina muistettava, että tuoteidean tehtävänä on ratkaista jokin esille tullut ongelma, tai antaa yritykselle selkeää hyötyä. (Karl T. Ulrich ja Steven D. Eppinger: 2000. Product Design and Development – 2nd. Ed.)

Ideointi tulee järjestää systemaattisesti, jotta saadaan mahdollisimman laadukkaita ideoita, tuotekehitysprosessin seuraavia vaiheita varten. Seuraavassa on esitetty systemaattisen ideoinnin vaiheet. (Haverila M. Ja Saarikorpi J., 1994. Markkinointi. Infacs Johtamistekniikka Oy. Tampere.)

- ongelman määrittely
- vapaa ideointi
- jatkokehittelyyn valittavien ideoiden valinta
- kehittely toteuttamiskelpoisen idean löytämiseksi
- lopputuloksen arviointi ja jatkokehitystoimenpiteistä päättäminen

2.3.1 Markkinatutkimus

Markkinatutkimuksen tavoitteena on markkinoinnin ja tuotekehityksen ongelmien paikantamiseen ja ratkaisemiseen tarvittavien tietojen keräämistä sekä analysointia. Markkinatutkimusta käytetään työvälineenä tarkkailtaessa yleistä taloudellista, teknistä ja asiakaskunnan kehittymistä. Se on myös tehokas työväline kilpailutilanteen kartoitukseen ja seuraamiseen. Hankittuja tietoja voidaan käyttää markkinoinnin lisäksi esimerkiksi tuotteen vaatimuksia laadittaessa. Jotta markkinatutkimus olisi mahdollisimman luotettava, tulee tietojen kerääminen olla systemaattista, ja työtä tekevän tutkijan käsiteltävä niitä objektiivisesti. (Leila Lotti, Markkinointitutkimus, 1982)

Markkinointitutkimus voidaan suorittaa, joko valmiisiin tietoihin perustuvana tutkimuksena, tai empiirisellä kentällä tehtävänä tutkimuksena. Valmiisiin tietoihin perustuva tutkimus, jossa tiedot kerätään aiemmista tutkimuksista, tilastoista ja julkaisuista, antaa hyvän informaation siitä, millaiset markkinoiden tarpeet ovat olleet tähän asti. Kenttätutkimuksessa tieto kerätään pääosin itse. Itse kerätyn tiedon etuna on sen ajankohtaisuus sekä kentällä tehtävän tutkimuksen avulla voidaan helpommin aistia tulevaisuuden näkymiä. Käytetyimpiä menetelmiä tietojen hankintaan ovat Internet, sähköposti, puhelin, henkilökohtaiset haastattelut ja kyselytutkimukset.

Kansainvälisen markkinatutkimuksen perusvaatimuksena ovat riittävät aika- ja työresurssit sekä ammattitaito. Kansainvälinen tutkimus eroaa kotimaassa suoritettavasta monella tavalla. Kansainväliset tutkimukset ovat usein laajempia ja niissä käytettävät tutkimusmenetelmät ja työvälineet eroavat esimerkiksi kommunikoinnin ja tietolähteiden suhteen. Tutkimusta suoritettaessa tulee ottaa huomioon useita tahoja, kuten tullit, paikalliset määräykset, valuutat, ulkomaiset dokumentoinnit ja muut kulttuurisista, sosiaalisista tai poliittisista oloista johtuvat erot. (Czinkota, Ronkainen, International Marketing, USA 1988)

2.3.2 Benchmarking

Ellei kyseessä ole yritystä, jonka tuotteilla on täydellinen monopoli asema markkinoilla, on markkinoilta aina löydettävissä kilpailevia tuotteita. Kehiteltäessä uusia tuotteita on tärkeää tuntea kilpailijoiden tuotteet ja mahdollisesti käyttää niistä saatua informaatiota kehittelyprosessin tukena. Tärkeintä on löytää kilpailevien tuotteiden heikkoudet ja vahvuudet, joita voidaan käyttää hyväksi omassa suunnittelutyössä, jolloin pystytään säästämään rahaa ja resursseja jatkokehityksessä. Jos kehiteltävä tuote on innovaatiotuote, jolle ei löydy kilpailua markkinoilta, voidaan benchmarkingia käyttää haettaessa valmiita ratkaisuja joihinkin osaongelmiin.

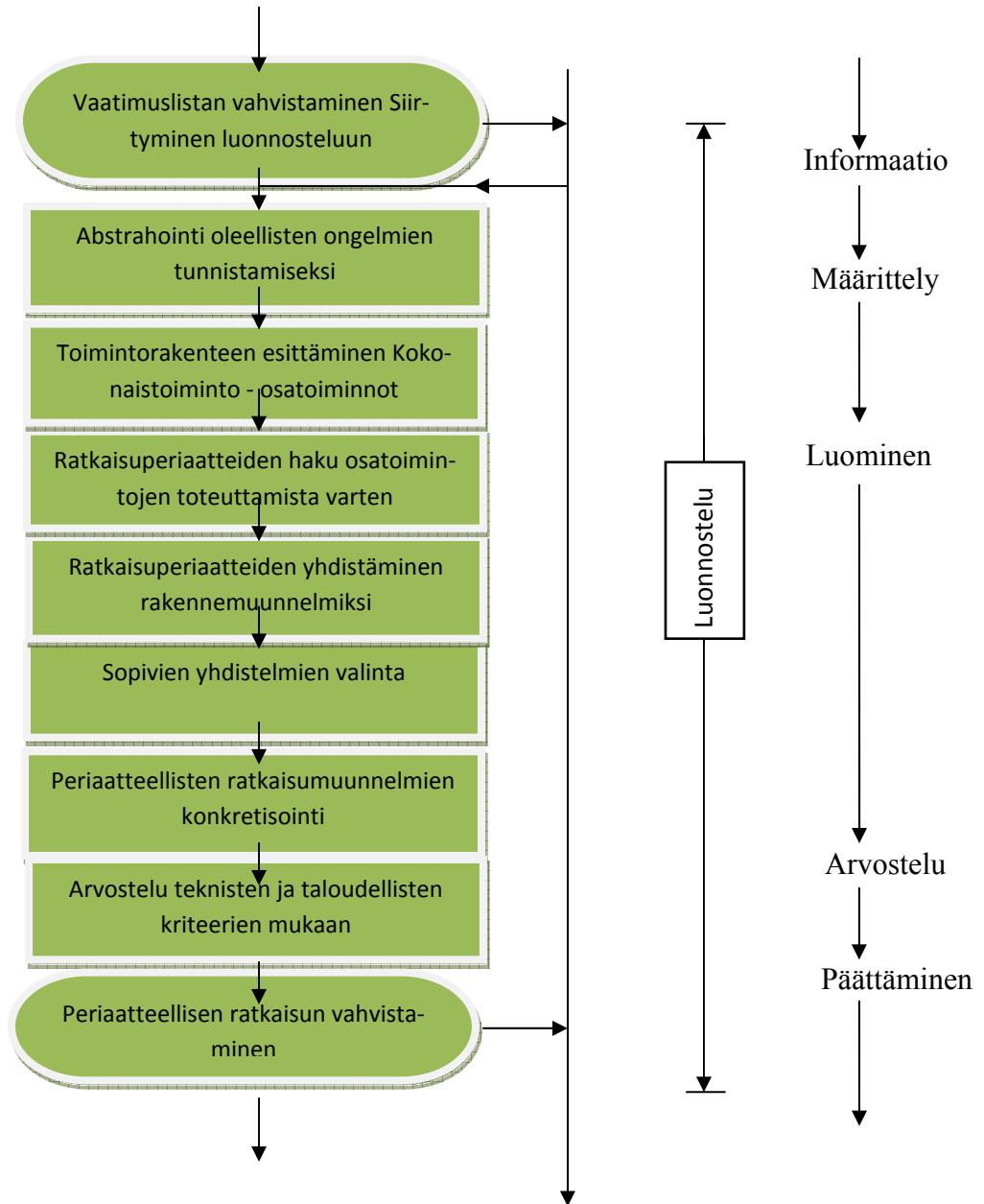
Yksi yleisesti käytetty benchmarking menetelmä on listata kilpailevia tuotteita taulukkoon ja verrata niiden ominaisuuksia toisiinsa. Ominaisuuksia arvioitaessa ensisijaisia lähteitä ovat kilpailevien yritysten tuotekuvaukset ja tiedot. Arviointeja suoritettaessa, on kuitenkin muistettava, etteivät kaikki yritysten antamat tiedot tuotteistaan aina vastaa todellisuutta. Mikäli mahdollista, suositeltavaa onkin käyttää puolueettomien osapuolten tekemiä testejä ja arviointeja. Yritykset voivat myös hankkia kilpailevia tuotteita ja testataan niitä omissa laboratorioissa. Tätä menetelmää käytetään usein, kun tuote on jotenkin erikoinen, tai siitä halutaan testata jotain tiettyjä erikoisia ominaisuuksia. Kilpailevien tuotteiden ostaminen on hyvin varma, mutta usein myös kallis, menetelmä. (Karl T. Ulrich ja Steven D. Eppinger: 2000. Product Design and Development – 2nd. Ed.)

2.4 Luonnostelu

2.4.1 Luonnostelun vaiheet

Tehtävänasettelun jälkeen tuotekehitysprosessissa seuraa luonnosteluvaihe, jossa etsitään sopivimmat ratkaisuperiaatteet ja niiden yhdistelmät kehitettävälle tuotteelle. Luonnosteluvaiheessa keskitytään pääasiassa käsiteltävien ongelmien abstrahointiin ja toimintoraken-

teiden laadintaan. Kuvassa 2.1 esitetään yksityiskohtaisesti luonnosteluvaiheen työaskeleet ja niihin kuuluvat työmenetelmät. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)



Kuva 2.1. *luonnostelun työaskeleet.*

Luonnostelu sisältää samat työaskeleet, kuin mitä päätöksenteossa tai ongelman ratkaisussa on yleisesti käytössä. Ennen luonnosteluvaiheeseen siirtymistä on mietittävä, onko kyseinen vaihe tarpeen, vai voidaanko jo tunnettuja ratkaisuja käyttää lähtökohtana kehittely- ja viimeistelytyölle.

2.4.2 Abstrahointi

Useimmissa yrityksissä esiintyy ennakkoluuloja ja tottumuksia, jotka usein vaikeuttavat uuden tuotteen/menettelyn kehittämistä. Vanhoissa ratkaisuperiaatteissa pysyminen ja riskittömyyteen pyrkiminen voi estää jonkin epätavallisen ratkaisun läpimurron, vaikka tämä voisi olla parempi ja taloudellisempi. Optimiratkaisua etsittäessä ei tule pitäytyä vanhoissa ennakkoluuloissa ja tavanomaisissa ratkaisuissa, vaan harkintaan tulee ottaa, uudenaikaisempien ja tarkoituksenmukaisempien ratkaisuiden löytäminen. Näin ennakkokäsitykset hajotetaan ja tavanomaisista mielikuvista vapaudutaan abstraktion avulla.

Abstrahoinnin avulla pyritään korostamaan yleispätevyyttä ja oleellista. Ongelmien tavoitteet yksinkertaistetaan niin, että tehtävän ydinolemus tulee esille mahdollisimman selvästi. Vasta tehtävän ydinolemuksen ja sen toiminnollisten yhteyksien ja vaatimusten löytäminen, tuo esiin sen ongelman, jolle ratkaisu on löydettävä.

Abstrahointia aloitettaessa, ratkaisuperiaatteista tulee olla vain vähän tietoa, tai puutteellinen käsitys. Abstrahoinnin ensimmäinen askel on vaatimuslistan mukaisten toimintojen ja oleellisten reunaehtojen analysointi, tehtävän ydinolemuksen löytämiseksi. Abstrahointi sisältää seuraavat viisi pääaskelta (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos):

1. askel: Jätetään esitetyt toivomukset pois.
2. askel: Jätetään pois vaatimukset, jotka eivät välittömästi koske toimintaa ja oleellisia ehtoja.
3. askel: Määrälliset vaatimukset muutetaan laadullisiksi ja supistetaan oleelliseen keskittyyviksi lauseiksi.
4. askel: Laajennetaan mielekkäästi tähän saakka tunnettua ratkaisua.
5. askel: Muotoillaan ongelma ratkaisuun nähden neutraalisti.

Tehtävän ja/tai vaatimuslistan laajuudesta riippuen voidaan joitakin askeleista jättää pois.

2.4.3 Toimintorakenne

Abstrahoinnin lopputuloksena saadaan esille halutun tehtävän kokonaistoiminto. Kokonaistoiminto, voi ratkaistavan ongelman laajuudesta riippuen, tulla hyvinkin monimutkaiseksi. Tässä yhteydessä monimutkaisuudella tarkoitetaan tulo- ja lähtösuureiden välillä olevia eroja, tarvittavien toimintojen määrää sekä rakenneryhmien ja yksittäisten osien lukumäärää. Monimutkaiset kokonaistoiminnot tulee jakaa yksinkertaisempiin osatoimintoihin, jolloin niitä on helpompi hallita ja havainnollistaa. Toimintorakenteiden tulee olla mahdollisimman yksinkertaisia, koska tämä johtaa usein yksinkertaisen ja kustannustehokkaan ratkaisun löytämiseen.

Toimintorakennetta laadittaessa on eroteltava onko kyseessä uuden tuotteen suunnittelu vai vanhan konstruktion kehittäminen. Uuden tuotteen toimintorakenteen perustana ovat vaatimuslistan esille tuovat ongelmat. Olemassa olevan tuotteen kehittämisessä tai soveltami-

sessä käytetään tunnetun ratkaisun toimintorakennetta. Seuraavassa on esitetty näkökohtia jotka tulee huomioida olemassa olevan tuotteen kehittämisessä. (Raoul Johnsson. 1986)

- Tuotteen valmistusta yksinkertaistavat ja kannattavuutta lisäävät tekijät.
- Edullisemmat tai paremmin soveltuvat raaka-aineet
- Tuotteen toimintaa tai käyttöä parantavat tekijät.
- Tuotteen ulkonäköön vaikuttavat seikat.
- Tarpeettomien osien tai tekijöiden karsiminen.
- Joidenkin lisäosien tai toimintojen kehittäminen
- Osien standardisointi muiden tuotteiden kanssa.
- Muutokset tuotteen kokoonpanossa.
- Pakkauksen kehittäminen.
- Tuotteen ilmeeseen vaikuttavat seikat.
- Asiakaskunnalta saadun palautteen hyödyntäminen.

Toimintorakenteen laatiminen aloitetaan muodostamalla vaatimuslistan toiminnallisista riippuvuuksista aluksi karkea rakenne, jossa on vain vähän osatoimintoja, jotka sitten jäsennellysti hajotetaan pienemmiksi. Jos osatoimintojen välisiä loogisia tai fysikaalisia kytkentöjä ei pystytä helposti tunnistamaan ja määrittelemään, voidaan osatoiminnot listata tärkeysjärjestykseen ilman kyseisiä kytkentöjä. Toimintorakenteen osatoimintoja sekä niiden kytkentöjä pitää hajottaa ja yhdistellä niin pitkälle, että se palvelee ratkaisun löytymistä. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

2.4.4 Ratkaisuperiaatteiden haku

Osatoimintoja varten on löydettävä ratkaisuperiaatteita, jotka täyttävät annetut geometriset ja fysikaaliset vaatimukset, halutun toiminnon toteuttamiseksi. Ensimmäiset ratkaisuperiaatteet esitetään usein käsivaraisesti piirrettyinä luonnoksina karkeassa mittakaavassa. Alkuvaiheessa tulee etsiä mahdollisimman monia osatoimintoja toteuttavia ratkaisuja, joista myöhemmin valitaan sopivat yhdistelmät kokonaisratkaisuksi.

Kirjallisuus tarjoaa monia yleisiä ratkaisuperiaatteiden hakumetodeja. Tunnetuimpia metodeja ovat kirjallisuustutkimukset, luonnon järjestelmien ja tunnettujen teknisten systeemien analyysit sekä erilaiset mittaukset ja mallikokeet. Useimmissa tapauksissa, osaongelmien ratkaisuiden löytämiseen, tarvitaan useiden metodien hyödyntämistä ja niiden yhdistelemistä. Kun kaikille osaongelmille on löydetty riittävästi ratkaisuperiaatteita, kootaan ne yhteen kokonaisratkaisuksi.

Tavanomaisten hakumetodien lisäksi on kehitetty useita intuitiivisesti painotettuja metodeja. Intuitiivisten metodien perustana on usein uuden, päähänpistona tulleen idean, kehittäminen, muuntelu ja korjaus, kunnes ongelman ratkaisu on mahdollinen. Seuraavassa esitellään kaksi intuitiivisesti painotettua menetelmää, aivoriihi ja tuplatiimi-istunto, joita hyödynnettiin myös tätä diplomityötä tehdessä.

Aivoriihi

Aivoriihi on yksi käytetyimmistä menetelmistä ratkaisuperiaatteiden löytämisessä. Siinä pyritään estottomaan ideoiden luomiseen, asioiden ja ajatusten esittämiseen ja niiden yhteen liittämiseen. Aivoriihi tulee toteuttaa sopivan kokoisissa ryhmissä, jotta ratkaisuperiaatteiden haku olisi mahdollisimman intensiivistä ja tehokasta. Aivoriihi on sopiva menetelmä ratkaisuperiaatteiden löytämiseksi, kun ei vielä ole olemassa mitään toteutuskelpoista ratkaisua, tai jos ongelmaan on olemassa lukuisia ratkaisuvaihtoehtoja.

Aivoriihi alkaa ryhmän muodostamisella ja ryhmän johtajan valinnalla. Ryhmän koko tulisi olla viiden ja 15 henkilön välillä. Jos ryhmäkoko on pieni, voi sen näkökulmien ja kokemusten määrä olla liian vähäinen, kun taas liian suuressa ryhmässä, voi esiintyä passiivisuutta ja eristäytymistä, jolloin kaikkien henkilöiden ideat eivät pääse esille. Ryhmässä tulee olla mahdollisimman monien ammatti- ja toimialojen edustajia, joka rikastuttaa ryhmän ideointia.

Ryhmänjohtajan tehtävänä on kutsua ryhmä koolle ja esitellä ongelma ennen varsinaisen aivoriihen alkua. Ryhmänjohtajan tehtävänä on myös huolehtia että ilmapiiri pysyy vapautuneena ja pyrkiä estämään esitettyjen ajatusten kritiikki. Tarvittaessa hän voi esittää hyviä esimerkkejä muista aivoriihi-istunnoista ja näin antaa herätteitä uusiin ideoihin. Aivoriihi-istunnon sopiva pituus on noin tunti, jotta osallistujien mielenkiinto ongelmaa ja menetelmää kohtaan säilyy.

Aivoriihi-istunnot eivät yleensä tuota mitään valmiita ratkaisuja, koska ongelmat ovat usein liian monimutkaisia ja vaikeita, ratkaistavaksi pelkillä spontaaneilla ideoilla. Jos onnistutaan löytämään muutama käyttökelpoinen idea tai selvittämään ongelman ratkaisusuunnat, on istunto ollut tuottoisa. Istunnon etuna on myös informaation jakautuminen eri ammatti- ja toimialojen edustajien välillä. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

Tuplatiimi-istunto

Tuplatiimi-istunto on suomalaisen Innotiimi Oy:n kehittämä ideointimenetelmä. Tuplatiimi työskentelytavalla pyritään tehokkaaseen ja vapaaseen ideointiin sidosryhmien välillä. Sopiva, istuntoihin osallistuvien henkilöiden määrä, on 6-12 ja kesto kahdesta kolmeen tuntia. Istunto jakautuu viiteen eri vaiheeseen: ongelmakohdian jäsenitys, ideoiden tuottaminen, ideoiden karsinta, ratkaisumallien rakentaminen ja jatkotoimenpiteistä sopiminen. Tärkeää tuplatiimissä on, ettei kenenkään ideoita kritisoida, vaan kaikille annetaan tasapuolinen mahdollisuus omien näkemyksien esittämiseksi. (Tapani Jokinen: Tuotekehitys, toinen painos 1991)

1. Ongelmakohtien jäsenitys

Istunnon aluksi ohjaaja pyytää jokaista osallistujaa miettimään yksin, käsiteltävään asiaan liittyviä tärkeimpiä tavoitteita ja asioita, noin kolmen minuutin ajan. Tämän jälkeen osallistujat jaetaan työpareiksi. Pareittain tavoitteista ja ongelmista keskustellaan noin kymmenen

minuutin ajan. Lopuksi parit kirjaavat 3-5 tärkeintä ongelmaan liittyvää asiaa A4-kokoiselle paperille. Seuraavaksi parit ripustavat paperinsa seinälle, jonka jälkeen kukin pareista esittää näkemyksensä muille osallistujille. Esittelyjen jälkeen jokainen työpareista valitsee muiden ongelmista tai tavoitteista kolme, jotka parhaiten kuvaavat käsiteltävää asiaa. Nämä merkataan ristillä seinällä oleviin papereihin. Tämän jälkeen eniten kannatusta saaneet paperit nostetaan esille. Vähemmän kannatusta saaneet siirretään alariviin tai poistetaan kokonaan seinältä.

2. Ideoiden tuottaminen

Seuraavaksi suoritetaan, edellisessä vaiheessa, esille tulleiden ongelmien ja tavoitteiden ideointi. Riippuen käsiteltävän asian laajuudesta ongelmia ja tavoitteita voidaan valita yksi tai useampi. Aluksi jokainen miettii yksin noin viiden minuutin ajan ratkaisuja valittuihin ongelmiin. Seuraavaksi mietitään jälleen pareittain ja valitaan viisi parasta ideaa, jotka kirjataan kukin omalle paperille ja kiinnitetään seinälle. Parit valitsevat kaksi parasta ehdotusta ja asettavat ne ylimmiksi. Tämän jälkeen parit esittelevät omat ideansa, jolloin muut kirjaavat ylös mielestään kunkin esityksen parhaat ideat. Ideointivaiheeseen tulee käyttää aikaa noin 30 minuuttia.

3. Ideoiden karsinta

Ideoiden karsintavaiheessa kukin pareista valitsee neljä parasta ideaa toisten papereista ja merkitsee ne ristillä sekä perustelevat lyhyesti valintansa. Tämän jälkeen työparit valitsevat vielä kaksi ideaa, joista toinen saa olla oma idea. Lopuksi työparit valitsevat kolme parasta ideaa ja merkitsevät ne kolmiolla. Myös näistä yksi saa olla oma idea. Valintojen jälkeen ohjaaja järjestää ideapaperit siten, että kolmioita saaneet tulevat ylimmäksi ja paljon ristejä saaneet näiden alle. Toisiaan muistuttavat ideat asetetaan päällekkäin, jotta selvästi erilaiset ideat erottuvat toisistaan. Karsintavaiheen lopuksi kullekin idealle valitaan sitä parhaiten kuvaava sana, joka kirjoitetaan kyseiseen paperiin. Karsintavaiheeseen käytetty aika on noin 20 minuuttia.

4. Ratkaisumallin muodostaminen

Seuraavassa vaiheessa aloitetaan ratkaisumallin muodostaminen parhaaksi katsottujen ideoiden pohjalta. Tämä vaihe suoritetaan noin neljän henkilön pienryhmissä. Jokaiselle ryhmälle annetaan yksi pääidea kehitettäväksi. Ryhmän tehtävänä on kehittää ideastaan mahdollisimman hyvä ja toimiva ratkaisu. Tuloksena saadut ratkaisut ja tarvittavat toimenpiteet kirjataan ylös paperille ja ripustetaan seinälle. Kukin ryhmä valitsee kehitysjohtajan, joka ohjaa ryhmän toimintaa ja esittää oman ryhmän tulokset. Muut ryhmät voivat esittää lisäideoita ja kysymyksiä saaduista tuloksista. Ohjaaja kirjaa ylös esille tulleet lisäideat sekä ryhmien ratkaisuiden parhaat puolet. Lopuksi pienryhmien kehitysjohtajat kokoontuvat yhteen ja laativat kokonaisratkaisulle ehdotuksen, joka esitetään kaikille osallistujille. Ratkaisumallin muodostamiseen käytetty kokonaisaika on noin 50 minuuttia.

5. Jatkotoimenpiteistä sopiminen

Viimeisessä vaiheessa saatu ratkaisumalli muutetaan konkreettiseksi toimenpideohjelmaksi. Tavoitteena on laatia toteutussuunnitelma, josta selviää tarvittavat toimenpiteet, kuka vastaa mistäkin ja aikataulutus. Lopuksi sovitaan, toteutettavan projektin seurannasta ja raportoinnista. Ohjaajan tulee varmistaa, että jokainen on kykenevä suoriutumaan hänelle ehdotetuista tehtävistä.

2.4.5 Ratkaisuperiaatteiden yhdistely

Ratkaisuperiaatteiden yhdistelyvaiheen päätavoite on mahdollisimman häiriöttömien materiaali-, energia- ja tietovirtojen sekä geometrisen yhteensopivuuden aikaansaaminen kokonaisratkaisussa. Sopivia ratkaisuja pyritään tuottamaan useita, jotta pystytään vertailemaan vaihtoehtoja, eikä tyydytä ensimmäiseen vaatimukset täyttävään ratkaisuun. Yhdistelyprosessin perustana käytetään, aluksi laadittua toimintorakennetta, josta ilmenee osatoimintojen järjestykset ja kytkennät toisiinsa. Menetelmän vaikeutena on huomioida fysikaalisten ja geometristen ominaisuuksien yhteensopivuudet sekä teknillisesti ja taloudellisesti järkevien yhdistelmien valinta teoreettisesti mahdollisista vaihtoehtoista.

Ratkaisuperiaatteiden yhdistäminen voidaan suorittaa järjestelmällisellä menetelmällä. Tässä menetelmässä osatoiminnot ja niiden ratkaisut listataan jäsentelykaavioon. Tämän jälkeen käydään järjestelmällisesti läpi jokainen osatoimintoa vastaava ratkaisuperiaate yksi kerrallaan. Järjestelmällisen menetelmän etuna on se, että kaikki variaatiot tulee otettua huomioon. Monimutkaisissa toimintorakenteissa vaikeutena on kuitenkin löytää ne ratkaisuperiaatteet, jotka todella voidaan yhdistellä. Tästä johtuen teoreettisesti mahdolliset osatoimintojen yhdistelmät on pyrittävä rajaamaan pois.

2.4.6 Ratkaisumuunnelmien valinta pistearvioinnin avulla

Järjestelmällisesti meneteltäessä pyritään saamaan mahdollisimman laaja ratkaisukenttä. Ratkaisukentästä on pyrittävä karsimaan mahdollisimman ajoissa epäedulliset ja käytännössä mahdollottomat vaihtoehdot pois. Toisaalta tässä vaiheessa on myös varottava hyvien muunnelmien pois pudottamista. Jotta löydettäisiin mahdollisimman toimiva lopullinen ratkaisu, tulee eri muunnelmien keskinäistä sopivuutta verrata. Tähän sopiva työkalu on pistearviointi menetelmä. Menetelmä on laadittu siten, että se sopii yleisesti ratkaisuvaihtoehtojen arvosteluun kaikissa konstruktiovaiheissa.

Tuotekehityksessä käytettävän pistearvioinnin tarkoituksena on ilmoittaa ratkaisun ”arvo” tai ”hyöty” tai ”vahvuus” ennalta asetettuihin vaatimuksiin nähden. Ratkaisuille tulee aina asettaa tietyt tavoitteet, sillä sen arvo ei voi olla absoluuttinen, vaan sitä on verrattava tiettyihin vaatimuksiin. Pistearviointi perustuu ratkaisuiden keskinäiseen vertailuun tai niitä verrataan ideaaliratkaisun, jolloin nähdään, kuinka suurelta osalta tätä ideaalia on saavutettu.

Pistearvioinnin ei tule perustua vain tiettyihin osanäkökohtiin, kuten valmistus-, asennus-, kustannuksiin, ergonomisiin, varmuus-, tai ympäristönäkökohtiin, vaan siinä tulee ottaa huomioon kaikki tavoitteisiin vaikuttavat seikat, oikeassa suhteessa. Menetelmillä ei tule keskittyä vain ratkaisuiden kvantitatiivisten ominaisuuksien vertailuun, vaan niiden tulee soveltua myös kvalitatiivisten ominaisuuksien tarkasteluun. Menetelmien ei tule olla liian työläitä, niiden tulokset on oltava selväpiirteisiä ja ne on pystyttävä laskemaan tarvittaessa uudestaan. Tärkeimpiä käytettyjä menetelmiä ovat systeemitekniikan hyötyarvoanalyysi (Nutzwertanalyse, NWA) ja ohjeiston VDI 2225 mukainen teknillis-taloudellinen arviointi.

Hyötyarvoanalyysi ja VDI 2225

Pistearvioinnin ensimmäinen vaihe on selvittää asetetut tai kuvitellut tavoitteet. Tavoitteiden avulla voidaan johtaa arviointikriteerit ratkaisumuunnelmien arviointia varten. Teknisissä tehtävissä tavoitteet ilmenevät ennen kaikkea vaatimuslistasta ja yleisistä ehdoista, jotka usein selvenevät vasta ratkaisun etsimisen myötä. Tavoitemielikuvassa on yleensä useita tavoitteita ja ne kattavat erilaisia teknisiä, taloudellisia ja turvallisuusteknisiä näkökohtia. Lisäksi tavoitteet voivat olla keskenään eriarvoisia.

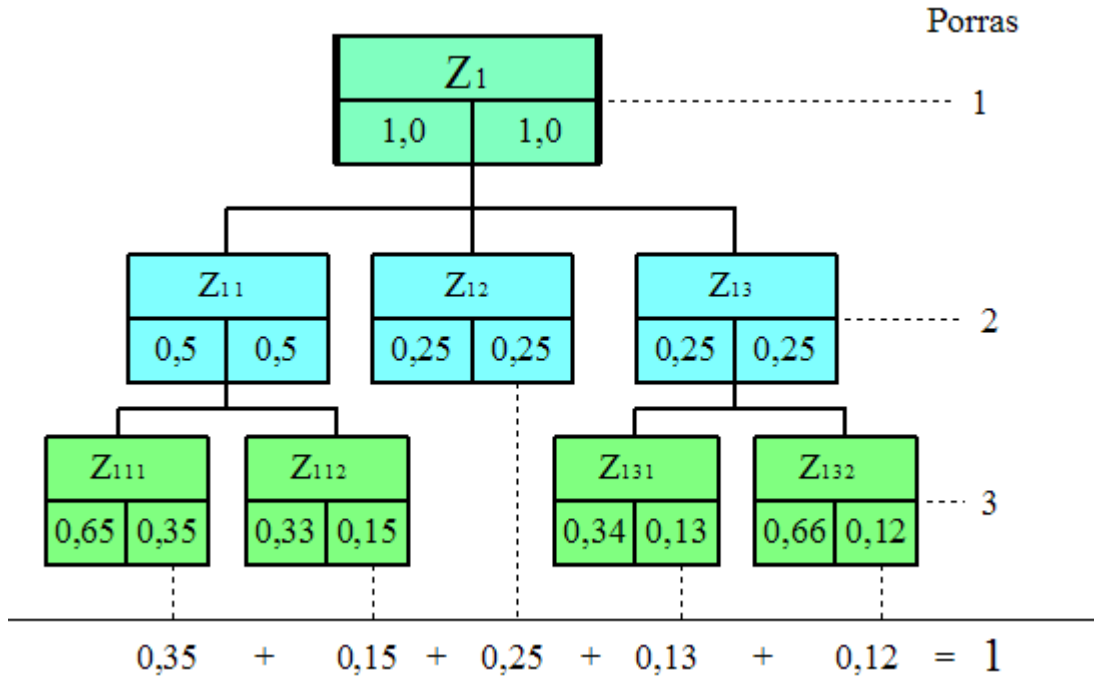
Asetettujen tavoitteiden tulee sisältää mahdollisimman tarkasti kyseiseen päätöksentekoon vaikuttavat vaatimukset ja yleiset ehdot, jotta arvioinnissa ei jäisi mikään oleellinen näkökohta huomioimatta. Yksittäisten tavoitteiden pitää olla varsin riippumattomia toisistaan. Ne eivät saa vaikuttaa muiden näkökohtien mukaan määräytyviin arvoihin. Arvioitavan järjestelmän tavoiteltavat ominaisuudet pitäisi voida konkreettisesti ilmoittaa kvantitatiivisesti, mutta vähintään kvalitatiivisesti. Kriteereille pitää muodostua yhtenäinen arvosuunta, jotta niitä on helpompi verrata, ja ne voidaan suhteuttaa myöhempään arvoasteikkoon.

Hyötyarvoanalyysissä tämä työaskel systematisoidaan tavoitejärjestelmänä, jossa jokainen yksittäinen tavoite jäsennetään osatavoitteiksi. Hierarkkisessa järjestelmässä osatavoitteet muodostetaan pystysuoraan alenevan monimutkaisuuden mukaan ja vaakasuoraan erilaisien tavoitealueiden, esimerkiksi teknisten ja taloudellisten tavoitteiden mukaan. Ylemmän tavoiteasteen osatavoitteet saavat olla sidoksissa lähinnä vain alemman asteen tavoitteen kanssa, jotta toivottu tavoitteiden riippumattomuus säilyisi. Hierarkkisen järjestyksen avulla voidaan tarkastaa, että onko kaikki päätöksentekoon vaikuttavat osatavoitteet otettu huomioon. Näistä osatavoitteista johdetaan sitten arviointikriteerit, joita hyötyarvoanalyysissä nimitetään myös tavoitekriteereiksi.

Ohjeisto VDI 2225 menettelytavalla arviointikriteerit johdetaan vähimmäisvaatimuksista ja toivomuksista sekä yleisten teknisten ominaisuuksien luettelosta. Eikä siinä muodosteta hierarkkista järjestystä arviointikriteereille.

Arviointikriteerien määrittämisessä on tärkeää tunnistaa niiden merkityksellisyys ratkaisun kokonaisarvoa määritettäessä, jotta pystytään löytämään ja jättämään merkityksettömät arviointikriteerit pois jo ennen varsinaista arviointia. Jäljelle jätetyt erisuuret arviointikriteerit varustetaan ”painokertoimella”, joka on reaalinen, positiivinen luku. Hyötyarvoanalyysissä punnitus tehdään käyttämällä kertoimia 0:sta 1:een (tai 0...100). Painokertoimia käytettäessä kaikkien arviointikriteerien, eli alimman monimutkaisuustason osatavoitteiden, summan pitää olla 1 (tai 100), jotta saadaan aikaan osatavoitteiden keskinäinen pro-

sentuaalinen painotus. Painottamisen helpottamiseksi tavoitejärjestelmästä tehdään usein graafinen esitys, josta esimerkki kuvassa 2.3. Kuviossa haluttu tavoite Z_1 on jaettu osatavoitteisiin Z_{11} , Z_{12} , Z_{13} ja ne on painotettu päätavoitteen Z_1 suhteen.



Kuva 2.3. tavoitesysteemin painokertoimien portaittainen määrittäminen.

Arviointikriteerien painotuksen jälkeen seuraavassa työaskeleessa tehdään varsinainen arviointi vertaamalla aikaisemmin saatuja ominaisuuksia arvioijan arvokäsitykseen. Ratkaisut arvostellaan pisteillä jokaisen vaatimuksen ja tavoitteen suhteen. Hyötyarvoanalyysissä käytetään asteikkoa 0 - 10, kun taas ohjeisto VDI 2225:ssä pienempää asteikkoa 0 - 4. Suuremman arvoasteikon etuna on kymmenjärjestelmän omaksuminen prosenttimielikuvana, joka helpottaa arviointia ja siihen liittyviä punnituksia. Usein ratkaisumuunnelmien ominaisuuksia ei kuitenkaan tunneta riittävän hyvin, jolloin karkeamman arvoasteikon 0 - 4 käyttö antaa riittävän tarkkuuden.

Taulukko 2.4. *VDI 2225:n arvostelutaulukko*

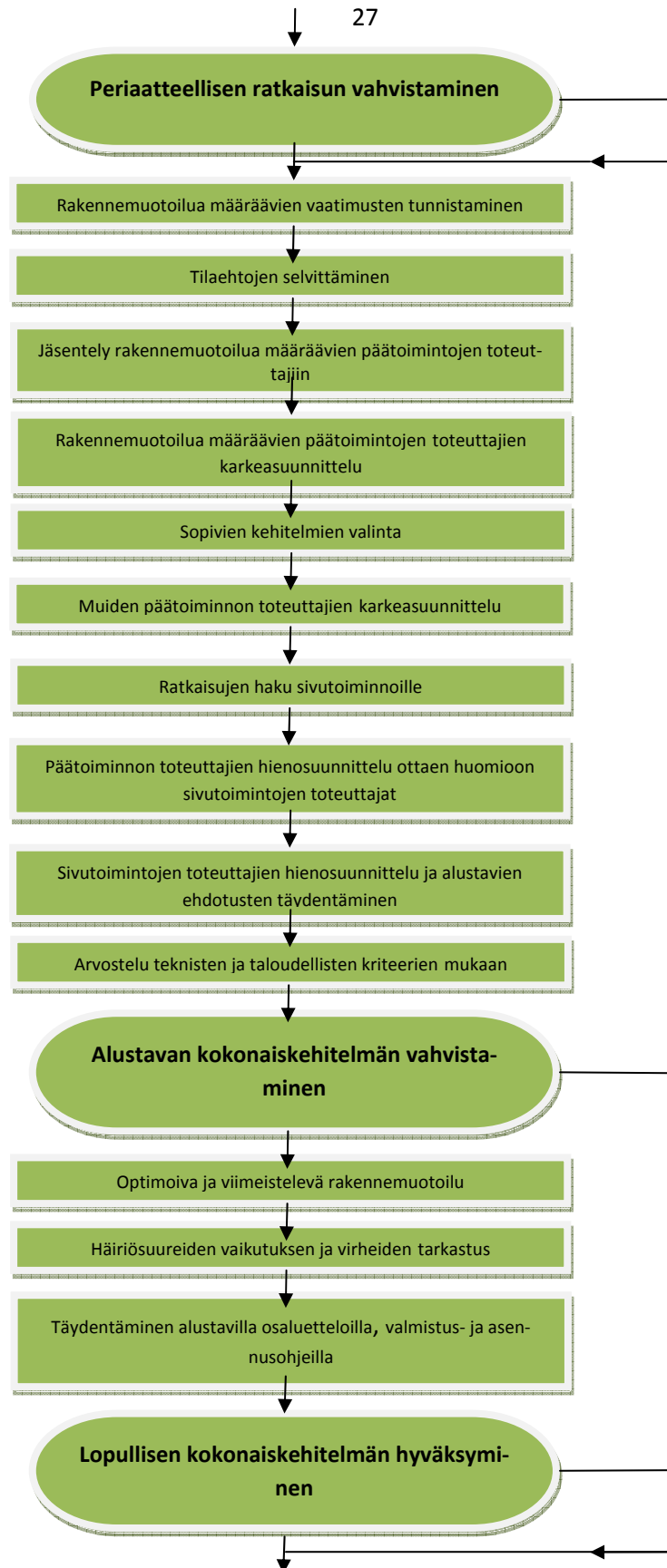
ARVOASTEIKKO	
Ohjeisto VDI 2225	
Pisteet	merkityksellisyys
0	epätyydyttävä
1	vielä juuri siedettävä
2	riittävä
3	hyvä
4	erittäin hyvä

Ratkaisun kokonaisarvo saadaan laskemalla osa-arvot yhteen. Tämän jälkeen muunneltujen kokonaisarvoja ovat vertailukelpoisia. Suurimman pistemäärän saanut vaihtoehto ei kuitenkaan välttämättä ole paras. Pistearvioinnin ongelmana on, että siinä keskitytään pääasiassa positiivisiin ominaisuuksiin. Yksikin huono ominaisuus saattaa hylätä muuten erinomaisen ratkaisun. Lopullinen valinta jatkokehittävistä ratkaisuista tehdään vertaamalla saatuja pisteitä ja lisäämällä ne näkökohdat, joita ei voitu ottaa huomioon pistearvioinnissa. Joissakin tapauksissa jatkokehittäviä vaihtoehtoja valitaan useita, mutta yleensä vain yksi. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos) (Tapani Jokinen: Tuotekehitys, toinen painos 1991)

2.5 Kehittely

Kehittelyvaiheessa valitut kokonaisjärjestelmän ratkaisuluonnokset suunnitellaan yksityiskohtaisesti täydelliseksi ja yksikäsitteiseksi tuoterakenteeksi. Tässä vaiheessa päätetään materiaalit, valmistusmenetelmät, päämitat ja geometriset muodot. Kehitelmiä joudutaan usein tekemään useita, jotta saavutetaan halutut tulokset. Kehittelyssä tehtävään päätökseen tekoon vaikuttavat teknologiset ja taloudelliset näkökohdat. Vaihe sisältää tuotteen yksityiskohtien suunnittelun ja osakokonaisuuksien alustavan optimoinnin ja testauksen.

Kuvassa 2.5 on esitetty kehittelyn periaatteellisten työnvaiheiden menettelykaavio. Kehittelyn aloitetaan luonnoksen hyväksymisellä ja tuotteeseen liittyvien vaatimusten ja tavoitteiden kertaamisella. Näistä valitaan rakennemuotoilua määräävät vaatimukset, kuten mitat, järjestelyä ja materiaalin valintaan liittyvät rajoitukset. Tämän jälkeen selvitetään osatoimintojen ratkaisuihin liittyvät reunaehdot ja yhteensopivuus muihin ratkaisuperiaatteiden toteuttajiin.



Kuva 2.5. kehittelyn työvaiheet

Rakennemuotoilua määräävien päätoimintojen reunaehdot huomioon ottaen hahmotellaan karkea kokoonpanorakenne. Tämän jälkeen tehdään karkeasuunnittelu päätoiminnon toteuttajille eli määrätään ainevalinnat, mittasuhteet ja reunaehdot täyttävät muodot. Tässä vaiheessa suoritetaan myös tarvittavat laskelmat, kuten lujuustekniset analyysit, jotta saadaan muodoille tietyt raja-arvot. Saatujen arvojen perusteella valitaan karkea konstruktio, jota kehitetään eteenpäin.

Muotoja määräävien päätoimintojen karkeasuunnittelun jälkeen tehdään vastaava karkeasuunnittelu muille päätoimille sekä sivutoiminnon toteuttajille. Kokonaisrakenteen hahmotuttua suoritetaan tarkempi hienosuunnittelu, jossa pääpaino on teknisten ominaisuuksien toteutuksessa sekä kiinnitetään huomiota visuaalisuuteen ja käyttäjäystävällisyyteen.

Kehittelyn päättää kokonaiskehityksen hyväksyminen ja luovutus viimeistelyyn. Tätä ennen on kuitenkin tehtävä rakennemuotoilun arvostelu teknisten- ja taloudellisten kriteerien avulla. Rakennemuotoilun viimeistelyssä optimoidaan rakenteen toiminnallisia osia, tehdään analyyskejä häiriösuureiden vaikutuksista ja tarkastetaan mahdollisia virheitä. Kokonaiskehitykseen tulee myös liittää alustavat osaluettelot, valmistus- ja asennusohjeet. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

2.5.1 Rakennemuotoilu

Onnistuneessa rakennemuotoilussa tulee noudattaa tiettyjä pääsääntöjä, joiden huomiotta jättäminen, johtaa usein suurempiin tai pienempiin haittoihin, virheisiin, vahinkoihin ja jopa onnettomuuksiin. Nämä pääsäännöt ovat perustana kehittelyn kaikille vaiheille sekä ne tukevat valinta- ja arviointiaskeleita vikojen hakumenetelmien avulla. Rakennemuotoilun pääsäännöt ovat *yksikäsitteinen*, *yksinkertainen* ja *turvallinen*.

Yksikäsitteisyydellä pyritään kokonaisuuteen, jossa kaikilla osatoiminnoilla on selvä tehtävänjako. Selkeä ja yksikäsitteinen rakennemuotoilu vähentää, tarvittavia testauksia ja tutkimuksia, rakenteen käyttäytymisestä. Yksikäsitteinen rakenne helpottaa myös tuotteen asennusta, käyttöä sekä kunnossapitoa.

Yksinkertaisuudella pyritään mahdollisimman pieneen osatoimintojen lukumäärään, yksinkertaisiin rakennemuotoihin ja niiden selkeään yhteenliittymiseen. Yksinkertaisilla osilla ja osatoiminnoilla päästään nopeaan ja taloudelliseen valmistukseen. Yksinkertaiset osat helpottavat myös tuotteen käyttöä ja huoltoa.

Turvallisuus sisältää sekä teknisten toimintojen luotettavaa toteuttamista että myös ihmiseen ja ympäristöön liittyvien vaarojen pienentämistä. Turvallisuustekniikka voidaan jakaa kolmiasteiseksi metodiksi: välitön, välillinen ja opastava. Rakennemuotoilussa on aina pyrittävä välittömään turvallisuuteen, jolloin ratkaisut ovat luonteeltaan vaarattomia. Jos välitöntä turvallisuutta ei voida toteuttaa, tarvitaan suojajärjestelmiä tuomaan välillistä turvallisuutta. Viimeisenä mahdollisuutena on opastava turvallisuus, kuten varoitusäänien – tarrojen ja merkkivalojen käyttö. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

Rakennemuotoilun ohjelista

Toiminto:

- Toteutuuko tarkoitettu toiminto?
- Mitä sivutoimintoja tarvitaan?

Vaikutusperiaate:

- Tuottavatko valitut ratkaisut toivotun vaikutuksen ja hyödyn?
- Mitkä ovat periaatteen mahdolliset häiriöt?

Peruskonstruktio:

- Takaavatko valitut mitat, muodot ja työaineekset riittävän kestävyys, vakavuuden esiintyvällä kuormituksella?

Turvallisuus:

- Ovatko työ- ja ympäristöturvallisuuteen vaikuttavan tekijät huomioonotettu?

Ergonomia:

- Ovatko työ ergonomiaan vaikuttavat tekijät huomioonotetut?

Valmistus:

- Ovatko teknologiset ja taloudelliset valmistusnäkökohdat huomioonotetut?

Tarkastus:

- Ovatko tarpeelliset tarkastukset valmistuksen ja käytön aikana mahdollista ja sellaisenaan tarpeellista suorittaa?

Asennus:

- Voidaanko kaikki työpajassa ja sen ulkopuolella tehtävä asennus tehdä yksinkertaisesti ja yksikäsiteisesti?

Kuljetus:

- Ovatko kaikki kuljetukseen liittyvät edellytykset ja riskit harkittu ja otettu huomioon?

Käyttö:

- Ovatko kaikki sellaiset käytössä esiintyvät ilmiöt ja seikat kuten melu, värinä ja tuotteen käsittely otettu riittävästi huomioon?

Kunnossapito:

- Ovatko huoltoa, tarkastusta ja kunnossapitoa varten suoritettavat toimenpiteet helposti ja varmalla tavalla suoritettavissa?

Kierrätys:

- Onko jälleenkäyttö tai – hyödyntäminen tehty mahdolliseksi?

Kustannukset:

- Onko pysytty annetuissa kustannusrajoissa? Syntyykö ylimääräisiä käyttö ja sivukustannuksia?

Määräajat:

- Pysytäänkö määräajoissa? Löytyykö rakennemuotoilumahdollisuuksia, joilla voitaisiin parantaa määräaikatilannetta?

Edellä esitetyn ohjelistan suoritusjärjestyksellä ei ole tekemistä tunnusten tärkeyden kanssa. Ehdotettu ohjelista tulee sovittaa rakennemuotoilun ja tuotteen syntymisen kannalta loogisesti. Ei ole esimerkiksi mielekästä tutkia tarkempia asennuksen ja käytön kysymyksiä ennen kuin on selvitetty, onko vaadittu suorituskky ja vähimmäiskestävyys varmistettu. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

2.6 Viimeistely

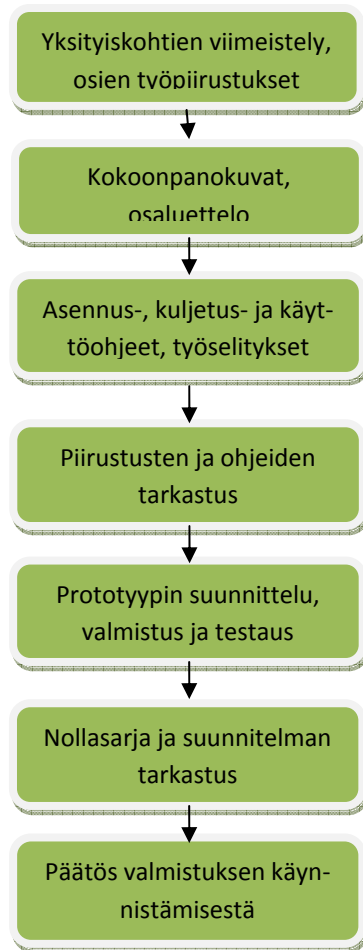
Viimeistelyllä tarkoitetaan sitä osaa tuotteen konstruoimisesta, jossa teknisen kehitelmän kokoonpanorakenne täydennetään lopullisilla määräyksillä. Määräykset koskevat yksittäisosien muotoa, mitoitus ja työaineksia sekä harkitaan valmistus- ja käyttömahdollisuudet ja lopulliset kustannukset. Viimeistelyn aikana luodaan myös sitovat piirustukset ja muut asiakirjat kehitelmän aineellista toteuttamista ja hyödyntämistä varten. Viimeistelyn tuloksena on valmistustekniikan päättäminen ja tuotedokumentointi halutulle tekniselle ratkaisulle. (Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi - toinen painos)

Viimeistely voidaan jakaa, kuvan 2.6 mukaisesti, kuuteen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa vahvistetaan lopullinen kehitelmä ja annetaan lupa viimeistelyn aloittamiselle. Tämän jälkeen selvitetään tarkasti kehitelmän kaikki yksityiskohdat ja laaditaan niille osapiirustukset. Osapiirustuksia laadittaessa tulee olla huolellinen siitä, että piirustukset ovat täydelliset ja yksikäsitteiset, jotta osat pystytään valmistamaan oikealla ja halutulla tavalla.

Seuraavassa vaiheessa kehitelmän osista luodaan tarvittavat ryhmäpiirustukset, kokoonpanopiirustukset ja osaluettelot. Osien suunnittelussa optimoidaan myös osien muoto, työaines, pinnanlaatu ja toleranssit tai sovitteet. Tämän jälkeen valmistusasiakirjoja täydennetään valmistus-, asennus-, kuljetus- ja käyttöohjeilla.

Ennen valmistuksen aloittamista on tärkeää tarkistaa, että laaditut asiakirjat ovat standardien ja työtapojen mukaisia, yksikäsitteisesti ja valmistusmyönteisesti laadittuja. Sarjatuotteista valmistetaan usein prototyyppi, jonka testauksen pohjalta tehdään tuotedokumentaation tarkistukset ja täydennykset. Tämä vaihe sisältää prototyypin suunnittelun, valmistuksen, testauksen ja tulosten analysoinnin. Prototyyppien tarvittava määrä riippuu tuotteen rakenteesta ja monimutkaisuudesta.

Viimeisenä vaiheena ennen lopullisen valmistuksen aloittamista on nollasarjan valmistaminen. Nollasarjalla saadaan tietoa valmistuskustannuksista ja pystytään kartoittamaan tuotannon mahdolliset riskit sekä epäkohdat. Nollasarjan koko riippuu tuotteelle suunniteltujen tuotantosarjojen koosta ja yksittäiskappaleen hinnasta.



Kuva 2.6. viimeistelyn työvaiheet

Nollasarjan tulosten analysoinnin jälkeen tarkistetaan suunnitelmat ja tehdään päätös tuotannon käynnistämisestä. Tuotannon käynnistäminen ei tarkoita tuotekehityksen päättymistä. Tuotteen valmistuksessa ja käytössä esiin tulevat häiriöt tulee tilastoida, jotta usein esiintyviin ongelmiin voidaan kiinnittää huomiota ja tarvittaessa kehittää ratkaisuihin niiden poistamiseksi. Lisäksi kaikki käytännön kokemustieto tuo lisää hyötyä tulevaisuuden tuotekehitysprojeekteissa. (Tapani Jokinen: Tuotekehitys toinen painos 1991 Otatieto Oy)

3. STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET

3.1 Standardit ja niiden merkitys

Standardisointi on yhteisten toimintatapojen laatimista ja se on luotu helpottamaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien elämää. Standardisoinnilla pyritään lisäämään tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta, suojellaan kuluttajaa ja ympäristöä. Standardisoinnin yksi tärkeimmistä tehtävistä on säädellä ja helpottaa kotimaista ja kansainvälistä kaupankäyntiä sekä teknologian siirtoa. Standardointia ohjaavat kansalliset, alueelliset ja maailmanlaajuiset järjestöt sekä eri maiden asianomaiset yritykset. Standardit sisältävät vaatimuksia ja testejä, jotka tuotteen on täytettävä, jotta sitä pystytään markkinoimaan tietyillä alueilla.

Standardisoinnilla on vaikutus moneen tekijään kaupallisilla markkinoilla. Se näkyy hyvin esimerkiksi tuotteiden ja palveluiden hinnoissa. Standardointi vaikuttaa myönteisesti suurtuotannosta saataviin etuihin, avoimeen kilpailuun markkinoilla ja kustannusten vähenemiseen esimerkiksi varastoinnissa ja kuljetuksissa. Standardien avulla voidaan rajata tuotteissa käytettävien komponenttien variaatioita, jolloin komponenttivalmistajan tarvitsee valmistaa vain standardien mukaisia tuotteita. Nyt komponenttienvalmistuksessa varastotilan tarve pienenee ja tuotantosarjojen kokoa voidaan suurentaa, jolloin tuotannonkustannukset sekä tuotteiden hinnat alenevat. Standardoinnilla pyritään myös vaikuttamaan, mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, uusien tuotteiden ja järjestelmien yhteensopivuuteen. Tuoteryhmille voidaan myös solmia vapaakauppa-alueita, joissa standardien mukaisia tuotteita voidaan myydä vapaasti, jolloin tuotteiden kauppaaminen ja vertailu helpottuu.

Standardeja valmistelee tekninen komitea (TC), joka laatii standardiehdotuksen. Komiteaan kuuluu valmistajien, käyttäjien, viranomaisten ja tutkimuslaitosten edustajia. Useimmissa tapauksissa komitea on Eurooppalainen tai maailmanlaajuinen, mutta se voi myös olla kansallinen. Varsinaiset standardiehdotukset tehdään komitean alla toimivissa työryhmissä (WG). Kun ehdotus on valmis, se esitellään komitealle, joka hyväksyy ehdotuksen. Tämän jälkeen valmiit standardiehdotukset lähetetään hyväksyttäväksi maihin, jotka osallistuvat standardointityöhön. Standardit ovat voimassa myös maissa, jota eivät osallistu standardoimistyöhön. Standardien valmistuminen ehdotuksesta viralliseksi standardiksi voi kestää muutamasta kuukaudesta useisiin vuosiin.

SFS (Suomen standardisoimisliitto) toimii standardisoinnin keskusjärjestönä Suomessa. Standardisoimisliitto on riippumaton yhdistys, joka toimii yhteistyössä talouselämän järjestöjen, teollisuuden, tutkimuslaitosten, työ-markkina-järjestöjen sekä valtion ja kuntien viranomaisten kanssa. SFS julkaisee kysytyimmät eurooppalaiset standardit suomeksi. Standardien käyttö ei itsessään ole pakollista, vaan ne ovat suosituksia. Viranomaiset voivat sen sijaan erilaisilla säädöksillä vaatia standardien noudattamista pakolliseksi. (www.sfs.fi)

3.2 Standardisointi Euroopassa ja maailmalla

Euroopassa toimivia keskeisiä standardisomisjärjestöjä ovat CEN (European communittee for Standardization) CENELEC (European Commitee for Electrotechnical Standarization) ja ETSI (European Telecommuncations Standards Institute). Standardeissa oleva tunnus kertoo sen alkuperän. CEN:n ja CENELEC:in laatimat virallisten standardien tunnus on EN. Eurooppalaiset standardit vahvistetaan kansallisiksi standardeiksi kaikissa EU- ja EF-TA- (European Free Trade Assosiation) maissa. Esistandardeja ei vahvisteta kansallisiksi, eikä niiden kanssa mahdollisesti ristiriidassa olevia standardeja tarvitse kumota.

Laajin ja tunnetuin standardisointijärjestö on kansainvälinen ISO (International Organisation For Standardization), sekä sen kanssa yhteistyötä tekevä sähköalan kansainvälinen standardoimisjärjestö IEC (International Electrotechnical Comission). Siihen kuuluu kansalliset standardisomisjärjestöt, kuten SFS. Näitä, kansainvälisiä standardeja, pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti pohjana uusille Eurooppalaisille standardeille. (www.sfs.fi)

3.2.1 Tekninen komitea TC 128

Tekniset komiteat (TC:t) muodostuvat CEN:n kansallisten jäsenten koolle kutsumista kansallisista asiantuntijavaltuuskunnista. Kansallisten jäsenten on varmistettava, että valtuuskuntien näkökannat edustavat kaikkia työn vaikutuspiiriin kuuluvia kansallisia intressejä. Teknisten komiteoiden on otettava huomioon kaikki olennainen niiden toimialueeseen kuuluva työ samoin kuin kaikki se tieto, jonka CEN:n kansalliset jäsenet ja muut merkittävät eurooppalaiset tai kansainväliset organisaatiot saattavat toimittaa.

Yhdelle CEN:n teknisistä komiteoista on annettu tehtäväksi laatia standardi liittyen *Self-supporting double skin metal faced insulating sandwich panels*. Tälle tekniselle komitealle on annettu nimeksi CEN/TC 128. Kylmähuone-elementeille ei tällä hetkellä ole omaa tuotestandardia. Diplomityön tekohetkellä yritykseen on toimitettu ehdotus edellä mainitusta standardista prEN 14509, jonka tulisi astua voimaan syksyllä 2010. Tuotestandardi on standardi, joka määrittelee tietyn tuotteen tai tuoteryhmän. Tuotestandardista löytyy viittauksia testistandardeihin, joista selviää yksityiskohtaisemmat tuotteelta vaadittavat ominaisuudet ja kuinka ne voidaan todentaa. Seuraavassa listassa on oleelliset prEN14509 standardissa esitetyt testattavat vaatimukset.

CEN/TC 128:

- mekaaninen kestävyys
- eristävyys
- pitkän jakson mekaaniset ominaisuudet – kestävyys
- tulenkesto-ominaisuudet
- permeabiliteetti
- ääneneristävyys

CE-merkintä

Syksyllä 2010 astuu voimaan vaatimus, jonka mukaan, yrityksellä tulee olla CE-merkintä metallipintaisessa eristävässä sandwich-elementissä, jotta sen valmistamia tuotteita voidaan käyttää ETA- alueella. CE-merkintää haettaessa tullaan käyttämään standardissa prEN 14509 esitettyjä vaatimuksia ja testimenetelmiä. Huurre Insulation on diplomityön tekohetkellä aloittamassa elementilleen CE-merkintään tarvittavaa vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen hankkimista. (Jaana, Pullola. 9.3.2009)

4. PATENTOINTI

Patentti on aineeton oikeus, jolla voi suojata teknisiä keksintöjä. Patentin suojapiirin määrittävät asetetut patenttivaatimukset. Patentti ei anna lupaa käyttää keksintöä, vaan se on kielto-oikeus, jotta kilpailijat eivät voi käyttää keksintöä. Patentin voi saada vain, jos keksintö ei ole julkisesti tiedossa. Patentit ovat kansallisia tai alueellisia (ei “maailmanpatenttia”) Patentti antaa suojaa enimmillään 20 vuotta hakemuspäivästä. Patenttihakemus tulee julkiseksi 18 kuukauden päästä. Patenttihakemuksen kulku on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. patenttihakemuksen kulku

Patentin arvoon vaikuttavat suojan laajuus, keksinnön merkittävyys (suuret keksinnöt), loukkauksen tunnistettavuus (helposti nähtävät keksinnöt) sekä kuka loukkaa patenttia (liiketoiminnallisesti merkittävät keksinnöt). Patentin arvoon vaikuttaa myös sopiva patenttisalkun koko per teknologia – yksi patentti ei ehkä riitä, mutta 100 voi olla jo liikaa, sekä yrityksen kyky ja halu hyödyntää patenttisalkkua. Patenttia haettaessa on tärkeää ymmärtää, miksi kutakin yksittäistä patenttia haetaan, ja millaista patenttisalkkua rakennetaan.

Patentin saa se, joka ensimmäisenä jättää siitä patenttihakemuksen. Oikeudet keksintöön kuuluvat lain mukaan työnantajalle, ja Suomessa työnantajan kuuluu tästä oikeudesta maksaa keksijälle korvaus. Tässä diplomityössä löydetyille ratkaisuille alettiin hakea patenttia keväällä 2009, **liitteenä 1** on hyödyllisyysmallihakemus, joka tulee suorittaa ennen varsinaisen patentin hakemista. (Aineettomat oikeudet tuotekehityksessä ja liiketoiminnassa, Kim Simelius, 25.8.2009)

5. TUOTTEELLE ASETETUT VAATIMUKSET

5.1 Polttotesti

Polyuretaanieristeisille metallipintaisille elementeille on asetettu erinäisiä paloteknisiä vaatimuksia, niiden käyttökohteesta riippuen. Elementtien palotekniset ominaisuudet tulee testata valtuutetussa laboratorioissa polttotestillä, johon kuuluu pienenliekintesti EN ISO 11925-2 sekä SPI EN13823 palotesti. Polttotesteistä on laadittu EU-standardi SPI EN13823, jossa määritetään menetelmät sekä mitattavat tekijät, jotka vaikuttavat testattavan tuotteen paloluokitukseen.

5.1.1 Pienenliekintesti

Aluksi testattavalle polyuretaanielementille suoritetaan pienenliekintesti (EN ISO 11925-2). Testissä poltetaan 295mm x 90mm kokoista polyuretaanipalaa joka on päällystetty halutulla pintamateriaalilla kolmesta eri sytytyspisteestä 15 sekunnin ajan. Ensimmäinen sytytyspiste on keskellä elementtiä suoraan kohti pintamateriaalia, toinen sytytyspiste on elementtipalan sivureunassa ja kolmas sytytyspiste on elementtipalan alareunassa. Mitattavana suureena on palopinnan leviäminen polyuretaanissa. Jos palojälki leviää yli 15 senttimetrin päähän elementin alalaidasta, ei tuote läpäise Pienenliekintestiä, ja saa paloluokan E tai F.

5.1.2 SPI-palokoe

Kun mitattava elementti läpäisee pienenliekintestin, suoritetaan sille varsinainen SPI-palokoe. Tämä koe antaa tulokset, jonka mukaan, elementti saa EU-standardissa määrätyt arvot. Kokeessa kuumennetaan elementeistä tehtyä seinän kulmaliitosta 20 minuutin ajan 30 kW liekillä. Testattavassa seinässä tulee olla kahden elementin muodostama pystysauma 200mm päässä nurkasta. Polttotestissä mitattavia suureita ovat: savuntuoton kasvunopeus (SMOGR $[m^2/s^2]$), kokonaissavuntuotto 10 minuutin aikana ($TSP_{600s} [m^2]$), lämmöntuoton kasvunopeus (FIGRA $[W/s]$) sekä kokonaislämmöntuotto 10 minuutin aikana ($THR_{600s} [MJ]$). Näiden suureiden perusteella määritetään tuotteelle lopullinen paloluokitus. Paras paloluokitus on **A-s1,d0** ja tästä edetään alenevasti aina paloluokkaan **F-s3,d2**. Paloluokituskaavio on esitetty **liitteessä 2**. (Pullola, Jaana 12.1.2009)

5.2 Palokokeet Huurre elementeille

Huurteen elementeille on tehty palokokeet vuosina 2006 ja 2008. Vuonna 2006 suoritettavassa palokokeessa mittaukset tehtiin naaras-naaras ja uros-naaras liitoksille. Elementtien eristeaineena oli PIR-vaahto, jota käytetään Huurteen jatkuvavalu elementeissä. Naaras-naaras elementti sai B-s3,d0 paloluokituksen ja uros-naaras elementti B-s2,d0 luokituksen. Merkittävä ero syntyi kokonaissavuntuotossa, joka naaras-naarasponttia käytettäessä oli s3 ja

uros-naarasponttia käytettäessä s2. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että uros-naaraspontti on paloteknisesti parempi ratkaisu kuin naaras-naaraspontti.

Vuonna 2008 suoritetussa palokokeessa testattiin neljän eri valmistajan PUR B3-vaahdon palo-ominaisuuksia. Mittaukset tehtiin naaras-naaras ja uros-naaras liitoksella. PUR B3-vaahtoa käytetään Huurteen walk-in- ja vakiohuone-elementeissä. Kaikilla PUR B3-vaahdoilla testattavat elementit saivat paloluokituksen D-s3,d0.

Palokokeista saaduista tuloksista voidaan päätellä, että elementin eristeaineella sekä pontin muodolla on merkitys elementin palo-ominaisuuksiin. Huomioitavaa on, että vain uros-naaraspontilla ja PIR-vaahdolla päästään s2 kokonaissavuntuottoon, joka on vaatimus osastoivissa rakenteissa. Liitteessä 3 on kuvia vuonna 2006 uros-naaras elementille suoritetusta palokokeesta.

Taulukko 5.1. *paloluokat Huurre-elementeille*

Pontti	Eristeaine	Paloluokitus
uros-naaras	PIR	B-s2,d0
naaras-naaras	PIR	B-s3,d0
uros-naaras	PUR-B3	D-s3,d0
naaras-naaras	PUR-B3	D-s3,d0

6. NYKYTILANNE

6.1 Kohdeyritys

Huurre Insulation Oy on yksi Huurre Group Oy:n tulosityksiköistä. Huurre Insulation Oy perustettiin 1.7.2007. Tehdas, joka sijaitsee Ylöjärvellä, on aloittanut toimintansa jo 1961. Huurre Insulation Oy on Pohjois-Euroopan johtava PUR/PIR – elementtien ja paneelien valmistaja. Toiminta on keskittynyt kylmätilojen elementtien sekä niihin liittyvien ovien ja tarvikkeiden suunnitteluun, valmistukseen ja myyntiin. Toimitukset vaihtelevat yksittäisestä tuotteesta isoihin kokonaisuuksiin. Elementtien tuotanto on noin 400 000 m² vuodessa. Yhtiön henkilöstön määrä on noin 170 ja liikevaihto 20M€. Huurre Insulation Oy:n asiakkaita ovat konsernin muut yhtiöt kotimaassa ja ulkomailla, sekä joukko ulkomaisia avainasiakkaita.

Huurre Group konserniin kuuluu myös Hollolassa toimiva Porkka Skycold Group, jonka tuotanto on pääasiassa Ylöjärven tehtaalla. Huurre Groupilla on myös tuotantolaitokset Norjassa (Huurre Norway) ja Ruotsissa (Huurre Sweden).

Huurre Insulation Oy:n yksi menestyksen avaintekijöistä on sen tuotteiden laatu, jonka takaavat järjestelmällisesti toteutettu laatusertifiointi ISO 9001 – laatustandardi sekä ISO 14001 – ympäristösertifikaatti, jonka Huurre Group Oy sai ensimmäisenä kylmätiloja valmistavista yrityksistä maailmassa.

6.2 Muottivaluelementti

Perusrakenne

Elementit ovat teräspintaisia polyuretaanieristeisiä sandwich-konstruktioita. Elementti koostuu kolmesta pääosasta: pintalevyt, eristeaine ja pikalukot/pinnat. Elementit on jaoteltu neljään perusmalliin: seinä-, katto-, lattia- ja kulmaelementti. Walk-in-elementtien maksimipituus on 6000mm ja -leveys 1200mm. Vakiohuone-elementtien maksimipituus on 2300mm ja -leveys 1200mm. Walk-in kylmähuoneissa käytettävien elementtien eristepaksuudet ovat 75mm, 100mm ja 150mm ja vakiohuoneissa 80mm ja 100mm.

Pintalevyt

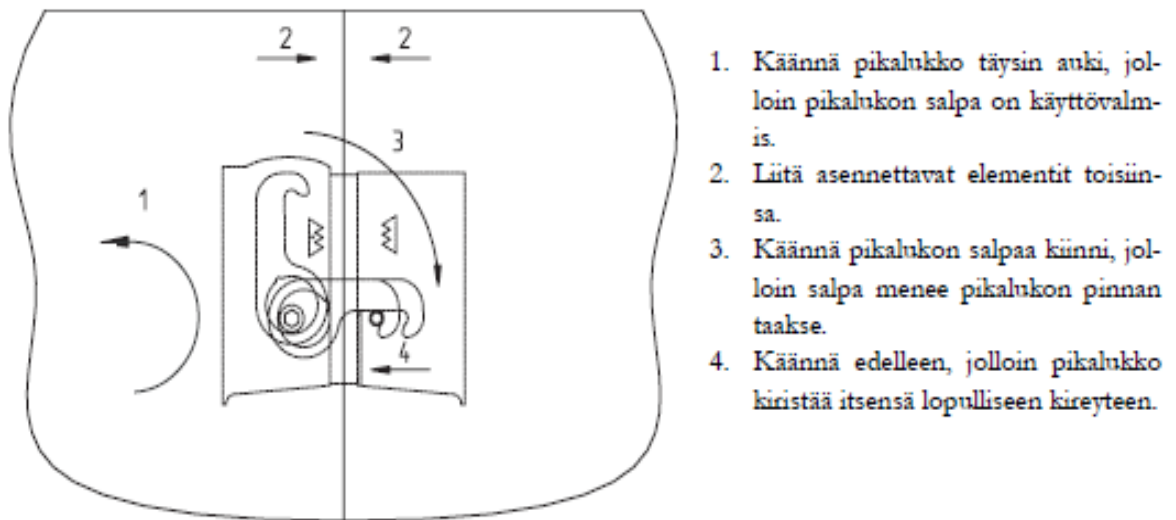
Huurre-elementtien standardipintalevynä käytetään ainevahvuudeltaan 0,5...0,6mm kuumasinkittyä muovipinnoitettua rakenneteräslevyä. Huurre-elementtien vakiopinnoitteena on sisäkäyttöön tarkoitettu polyesterimaali, POES. Muita pintalevy vaihtoehtoja ovat PVDF-pinnoitettu teräslevy ja ruostumaton teräslevy, mattapintaisena tai hiottuna.

Polyuretaani

Huurre-elementtien eristeenä käytetään CFC- ja HCFC-vapaata vaahdotettua kovapolyuretaania. Elementteihin tuleva polyuretaani vaahdotetaan pintalevyjen väliin muotissa ja se muodostaa kevyen ja jäykän rakenteen ilman erillistä runkorakennetta. Polyuretaanin hyvä eristyskyky perustuu umpisolu-rakenteeseen ja solukaasuna käytetyn ponneaineen, n-pentaanin hyvin pieneen lämmönjohtavuuteen, joka on noin puolet ilman lämmönjohtavuudesta. Polyuretaanin tiheys on noin 40 kg/m^3 . (www.polyuretaani.com)

Pikalukko ja pinna

Valmiin kylmähuoneen rakenne tulee olla mahdollisimman tiivis ja kestävä, jotta se pystyy täyttämään sille asetetut rakenteelliset ja toiminnalliset vaatimukset. Tukeva ja helposti asennettava kiinnitys saadaan aikaan polyuretaani sandwich-elementteihin suunnitellulla pikalukkojärjestelmällä. Järjestelmä koostuu pikalukosta ja vastakappaleena toimivasta pinnasta. Pikalukon sekä pinnan kuorimateriaali on muovia ja lukitusosat ovat metallia. Pikalukoissa on epäkeskokiristys, joka mahdollistaa asennettaessa, tukevan ja pitävän liitoksen, elementtien saumakohtaan. Lukitusjärjestelmän toimintaperiaate on esitetty kuvassa 6.1. Liitteessä 4 on esitetty Huurteen ja kilpailijoiden käyttämiä pikalukkoja ja pinnoja.



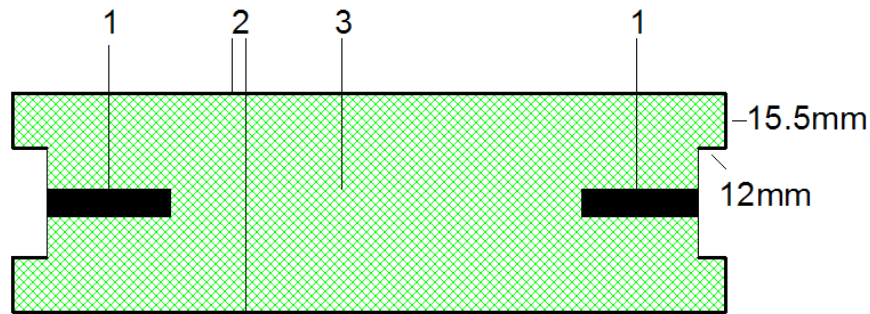
Kuva 6.1. pikalukon toimintaperiaate

6.2.1 Elementtimallit

Huurteella valmistetaan kahta muottivaluelementtiä: walk-in-elementti ja vakiohuone-elementti. Walk-in- ja vakiohuone-elementtien merkittävin rakenteellinen ero on niiden ponttimallissa. Walk-in-elementissä on käytössä naaras-naaras pontti kun taas vakiohuoneelementeissä käytetään uros-naaras ponttia. Walk-in-elementtien mitat ovat räätälöityjä asiakkaan tarpeen mukaan sentin tarkkuudella. Vakiohuone-elementtien mitat on pyritty pitämään mahdollisimman vakiona.

Walk-in seinäelementti

Walk-in-elementtien tuotantomäärä vuonna 2007 oli noin 31 200 kappaletta. Seinäelementtien tuotantomäärä oli n. 14 000 kpl, joka on n. 45 % kaikista tuotetuista walk-in-elementeistä. Seinäelementtien rakenne on pyritty pitämään mahdollisimman yksinkertaisena ja nopeana valmistaa. Seinäelementit ovat suorakulmion muotoisia ja niiden sisä- ja ulkolevyt ovat samankokoisia. Elementeissä käytetty naaras-naaras pontti on esitetty kuvassa 6.2. Pontti kiertää elementin kaikki neljä sivua.

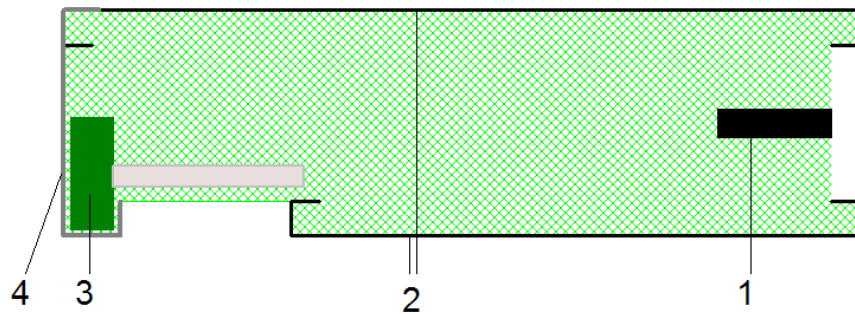


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt, 3 = eristeaine

Kuva 6.2. walk-in seinäelementti

Walk-in kattoelementti

Kattoelementtien vuosittainen tuotantomäärä on noin puolet seinäelementtien tuotantomäärästä. Kattoelementtien rakenne on monimutkaisempi kuin seinäelementtien. Kattoelementeissä voi olla yksi, kaksi tai kolme kokonaan metallipintaista sivua. Elementin pinnassa on paljas, reunoja myötäilevä n.40 mm leveä ura, jolla muodostetaan naaras-naaras liitos seinän yläpään kanssa. Kattoelementeissä joudutaan käyttämään irtopinnoja, sillä normaalien pintojen kiinnitys ei ole mahdollista tähän rakenteeseen. Kuvassa 6.3 on esitetty kattoelementin perusrakenne.

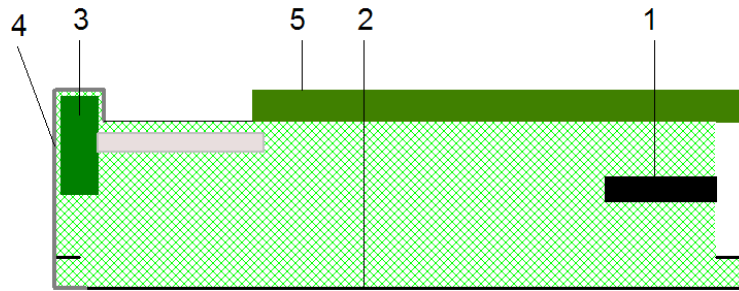


1 = pikalukko, 2 = pintalevyt, 3 = irtopinna, 4 = sivupäällinen

Kuva 6.3. walk-in kattoelementti

Walk-in lattiaelementti

Lattiaelementit muistuttavat rakenteeltaan kattoelementtejä. Valmistuksen kannalta merkittävin ero on lattioiden sisälevyn materiaali. Valmiissa kylmähuoneessa lattiaan kohdistuu varastoitavien tuotteiden aiheuttamaa kuormitusta. Sisälevyn materiaalina käytetään 9-15mm paksua vanerilevyä, joka kestää kuormitusta paremmin kuin ohut metallilevy. Vanerilevyn alle asetetaan, lattian kantavuuden lisäämiseksi, puusta valmistettuja vahvikepaloja. Lattiaelementeissä käytetään myös irtopinnoja. Kuvassa 6.4 on esitetty lattiaelementin perusrakenne.

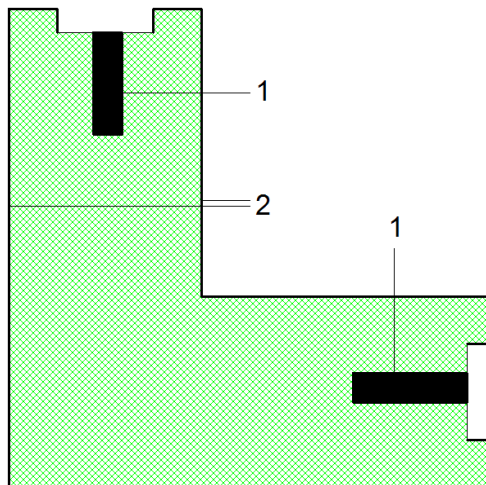


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevy, 3 = irtopinna,
4 = pänpäällinen, 5 = lattian pintalevy

Kuva 6.4. *walk-in lattiaelementti*

Walk-in kulmaelementti

Walk-in huoneissa käytettävien kulmaelementtien sivut ovat mitoiltaan symmetriset. Yleisimmin käytetty kulmanleveys on 300 mm. Kulmaelementtien pintalevyjä ei pystytä valmistamaan levyradalla, vaan ne valmistetaan manuaalisesti särmäyskoneilla. Tämä rajoittaa kulmaelementin pituuden enintään 3000 millimetriin. Kulmaelementtejä valmistetaan sille suunnitellulla vaahdotuspuristimella, eikä niitä voida valmistaa samoilla vaahdotuspuristimilla, kuin seinä-, katto- ja lattiaelementtejä. Kuvassa 6.5 on esitetty kulmaelementin perusrakenne.

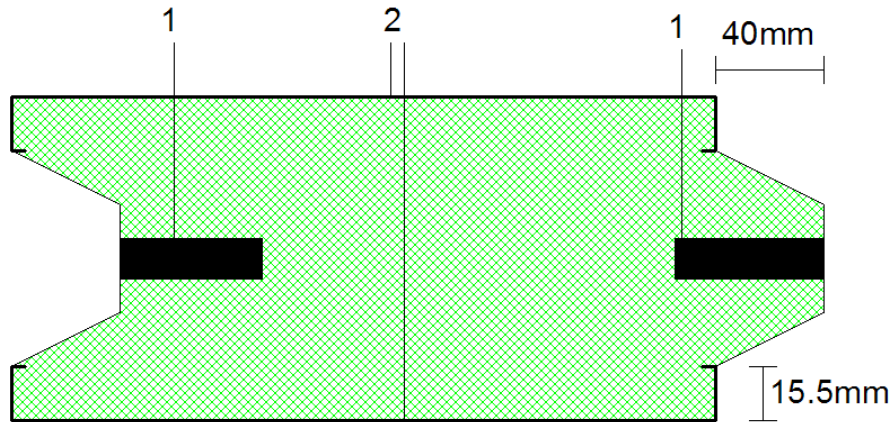


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt

Kuva 6.5. *walk-in kulmaelementti*

Vakiohuone seinäelementti

Vakiohuone-elementtien tuotantomäärä vuonna 2007 oli noin 37 800 kappaletta. Seinäelementtien rakenne on pyritty pitämään mahdollisimman yksinkertaisena ja nopeana valmistaa. Seinäelementit ovat suorakulmion muotoisia ja niiden sisä- ja ulkolevy ovat samankokoisia. Elementeissä käytetty uros-naaras pontti on esitetty kuvassa 6.6. Seinäelementtien pitkillä sivuilla on uros-naaras pontti ja elementin ylä- ja alapäädyssä on naaras pontti. Vakiohuone seinäelementin maksimi pituus on 2300mm ja leveys 1200mm.

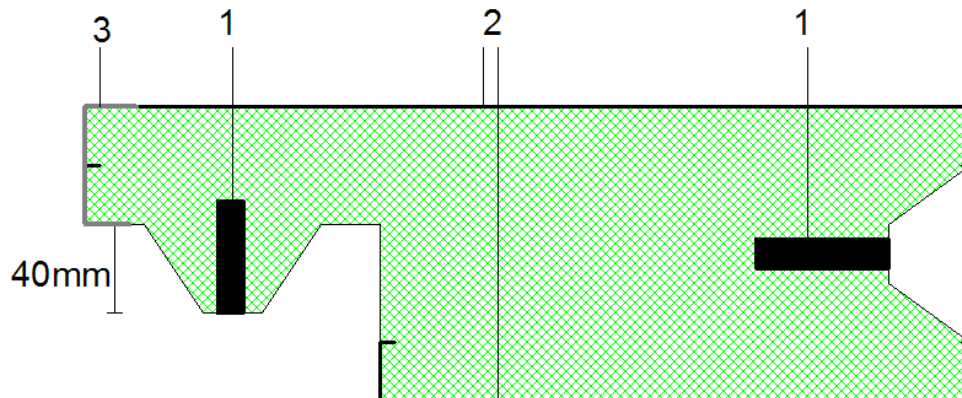


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt

Kuva 6.6. vakiohuone seinäelementti

Vakiohuone kattoelementti

Kattoelementtien vuosittainen tuotantomäärä on noin puolet seinäelementtien tuotantomäärästä. Kattoelementtien rakenne on monimutkaisempi kuin seinäelementtien. Kattoelementeissä on kolme kokonaan metallipintaista sivua. Metallipinnaiset sivut muodostetaan sivupäällisillä. Elementin pinnassa on paljas, reunoja myötäilevä uros pontti, joka muodostaa uros-naaras liitoksen seinän yläpään kanssa. Kuvassa 6.7 on esitetty kattoelementin perusrakenne.

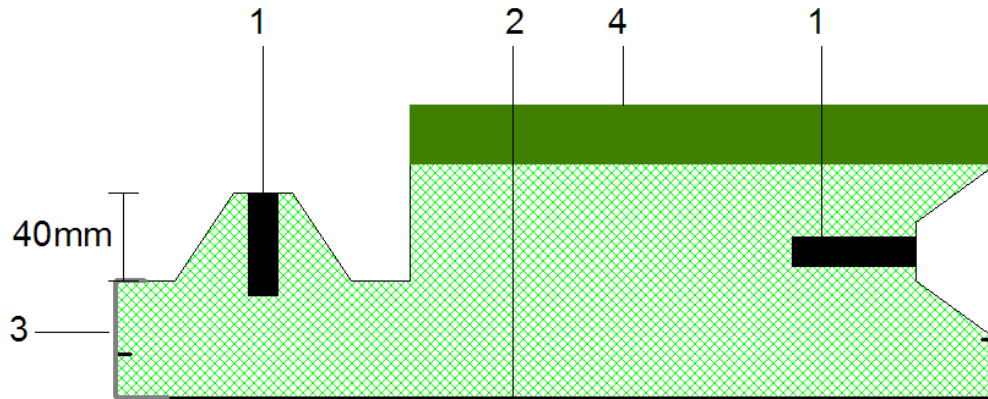


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt, 3 = sivupäällinen

Kuva 6.7. vakiohuone kattoelementti

Vakiohuone lattiaelementti

Lattiaelementit muistuttavat rakenteeltaan kattoelementtejä. Vakiohuoneiden lattiaelementeissä käytetään myös vanerilevyä. Kuvassa 6.8 on esitetty lattiaelementin perusrakenne

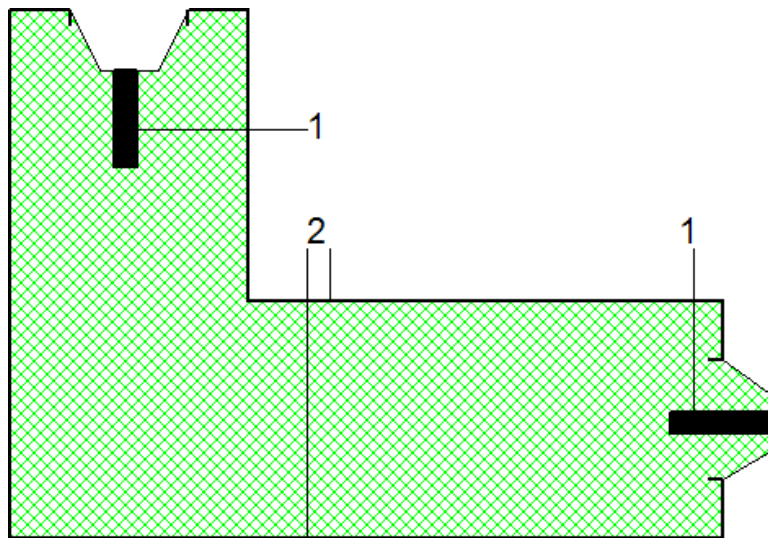


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt, 3 = sivupäällinen,
4 = lattian pintalevy

Kuva 6.8. vakiohuone lattiaelementti

Vakiohuone kulmaelementti

Vakiohuoneissa käytettävien kulmaelementtien sivut ovat mitoiltaan 450mm x 150mm. Kulmaelementtien pintalevyjä ei pystytä valmistamaan levyradalla, joten niiden valmistus tapahtuu manuaalisesti, särmäyskoneella, vakiohuoneiden valuyksikössä. Särmäyskonetta käyttää kulmaprässillä työskentelevä henkilö. Kuvassa 6.9 on esitetty kulmaelementin perusrakenne.

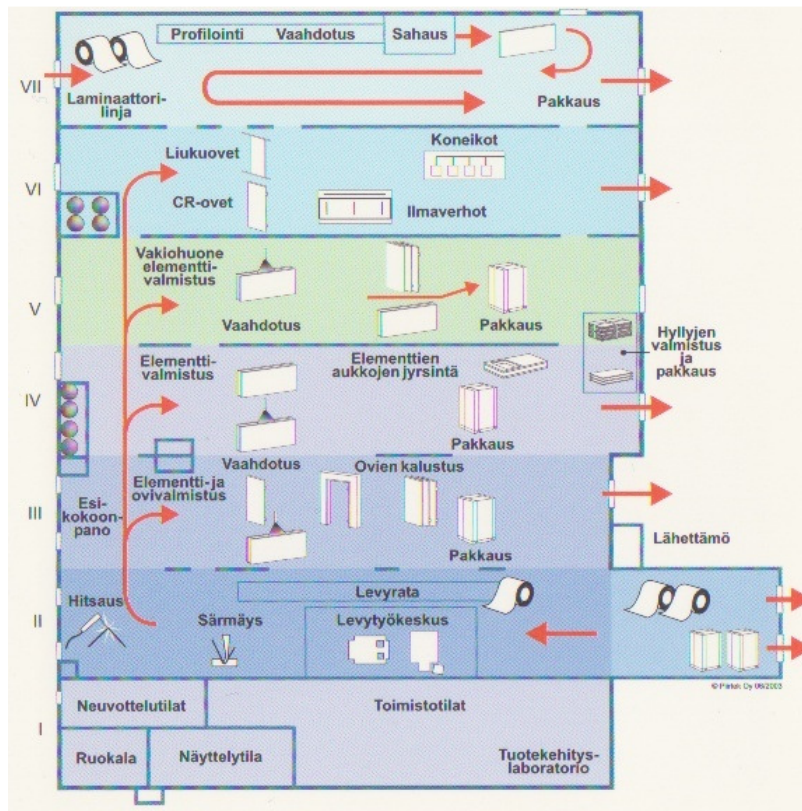


1 = pikalukko/pinna, 2 = pintalevyt

Kuva 6.9. vakiohuone kulmaelementti

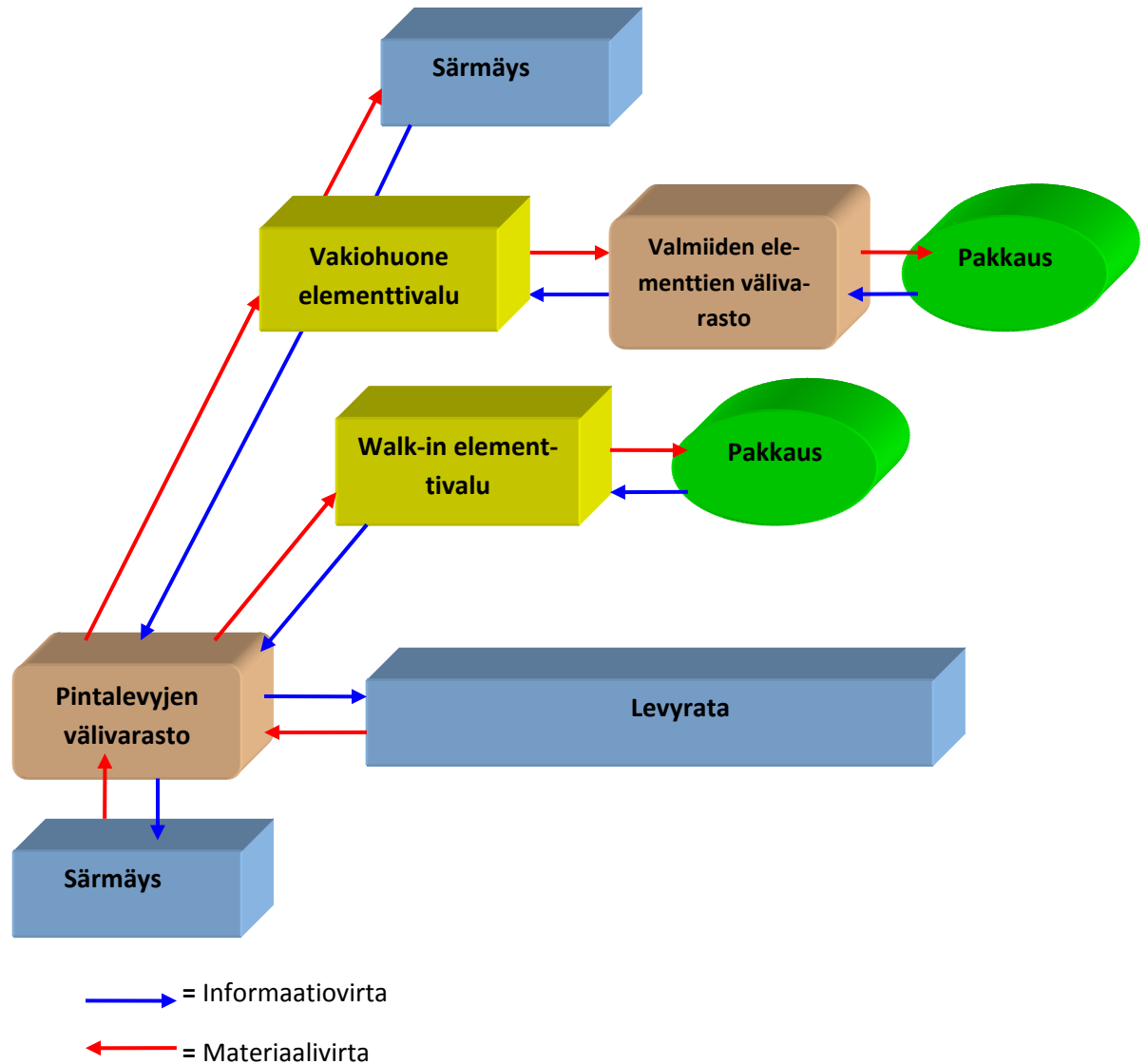
6.3 Nykyinen tuotanto

Tehtaan tuotantotilat on jaettu seitsemään halliin, jotka on esitetty kuvassa 6.10. Diplomi-työssä käsiteltävä walk-in elementtivalu toimii halleissa 3 ja 4 ja vakiohuone elementtivalu toimii hallissa 5. Muottivaluelementtien tuotanto koostuu pääosin kolmesta tuotannonvaiheesta: *levyrata*, *elementtivalu* ja *pakkaus*.



Kuva 6.10. *tehtaan layout*

Tuotantoprosessi toimii imuohjauksella, jossa materiaali- ja informaatiovirta kulkee kuvassa 6.11 osoitetulla tavalla. Levyradan ja elementtivalun välissä sijaitsee pintalevyjen väli-varasto. Vakiohuone elementtivalmistuksessa on valmiiden elementtien välivarasto vaahdotuspuristimien ja pakkauksen välillä. Walk-in-elementtejä ei varastoida, vaan ne pyritään pakkaamaan heti ja toimittamaan asennuspaikalle. Kulmaelementeissä käytettävät pintalevyt valmistetaan särmäyskoneilla, joilla valmistetaan myös katto- ja lattiaelementteihin tulevat sivu- ja pänpäälliset. Vakiohuonetuotannossa on oma särmäyskone, jota käyttää kulmapuristimella työskentelevä henkilö. Walk-in elementtituotantoon tarkoitettut särmätyt osat valmistaa tehtaan särmääjät 2 hallissa.



Kuva 6.11. materiaali- ja informaatiovirran kulku tuotannossa

6.3.1 Levyrata

Tuotantoprosessin ensimmäinen kuormituspaikka on noin 30 metriä pitkä levyrata, jonka pääasiallisena tehtävänä on elementteihin tarvittavien pintalevyjen valmistus. Levyradalla voidaan valmistaa 300mm – 1250mm leveitä ja 1000mm – 6000mm pitkiä levymäisiä kappaleita. Tuotteissa käytettyjen pintalevyjen paksuudet ovat 0.6mm-1mm ja työstettävien teräslevyjen pinnoitemateriaalit: POES, RST, PVDF ja KS. Työnvaiheita levyradalla on yhdeksän ja yhden levyn läpivientiaika on noin 60 sekuntia. Levyrataa hoitaa yksi työntekijä.

Levyradan työvaiheet

1. Levykelan vaihto/asetus: kestää 15–25 min ja suoritetaan 3-4 kertaa kahdeksan tunnin työvuorossa.
2. Levyn oikaisu.
3. Levyn jäykistysurien muovaus.
4. Levyn reunojen tasoitus ja levyn leikkaus määrätyn pituiseksi (Leikkurin hienosäätö on tehtävä käsin.)
5. Levykappaleen mahdollinen manuaalinen syöttö sekä poisto radalta
6. Levyn kulmista leikataan neliönmuotoinen pala pontin taivutusta varten.
7. Levyn sivukanttien muovaus automaattisella rullamuovauskoneella
8. Automaattinen levyn sisäpinnan karhennus, joka tehdään vain rst-levyille uretaanin paremman liimautuvuuden parantamiseksi.
9. Automaattinen päätyponttien kanttaus.

Ponttiratkaisuun vaikuttavat tekijät

Levyradan työvaiheiden ponttiratkaisuun vaikuttavat tekijät ovat:

- pintalevyn maksimileveys 1250mm → voidaan laittaa vain 50mm pintalevyn sivukantteihin, jos halutaan pitää elementtien maksimileveys 1200mm:ssä
- pintalevyjen sivukantin muoto → jos muuttuu, joudutaan muuttamaan rullamuovauskoneen rullia
- päätykantin muoto → jos muuttuu, joudutaan muuttamaan päätyjen kanttauskoneita

6.3.2 Elementtivalu

Walk-in valuyksikkö

Valuyksikköön kuuluu: elementtimuotti ja tälle tarkoitettu nostopöytä, vaahdotuspuristin, imunostin ja alue jälkityöstölle. Yhdessä valuyksikössä työskentelee normaalisti kaksi työntekijää, joista toinen kokoaa elementtimuottia ja toinen suorittaa elementille tarvittavat jälkityöstöt ja avustaa elementtimuotin kokoamisessa. Vaahdotuspuristimia on walk-in elementtituotannon käytössä yhdeksän. Seitsemällä puristimella voidaan valmistaa seinä-, katto- ja lattiaelementtejä sekä kahdella puristimella kulmaelementtejä.

Valuysikön työvaiheet

Seuraavassa on esitetty tarkemmin valuysikön työvaiheet. Valuysikön työvaiheet on hyvä käydä mahdollisimman tarkasti läpi, jotta diplomityön tavoitteiden kannalta tärkeimmät, valuysikön asettamat vaatimukset ja rajoitteet, saadaan selkeästi esille. Valuysikön työvaiheet voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen: elementtimuotin kokoaminen, vaahdotuspuristin ja jälkityöstö. Liitteessä 5 on kuvia walk-in-elementin valmistuksen työvaiheista.

Elementtimuotin kokoaminen

1. Nostopöydän putsaus:

Ensimmäinen työvaihe on nostopöydän putsaus edellisen elementin jättämistä uretaani ja solumuovi roskista.

2. Työkuvan luku:

Työntekijät lukevat seuraavan elementin työkuvan, jonka tietojen perusteella kootaan haluttu elementtimuotti. Työkuvasta nähdään elementin malli, mitat, eristepaksuus ja pikalukkojen sekä pinnojen paikat.

3. Valulistojen asetus:

Kun työkuvasta on saatu selville tarvittavat tiedot, asetetaan sopivat valulistat nostopöydälle. Valulistat asetetaan jokaiselle neljälle sivulle. Valulistoja käyttäen asetetaan elementtimuotin haluttu leveys, pituus ja paksuus. Jokaiselle eristepaksuudelle on omat valulistat kussakin valuysikössä. Valulistojen profiili määrää pontin muodon.

4. Solumuovin asetus valulistojen suojaksi:

Valulistojen sisäpinnoille asetetaan 1.5 mm paksua solumuovia. Solumuovin tehtävänä on estää valulistan ja eristeaineen kosketus, jotta elementti on helpompi irrottaa valulistoista vaahdotuksen ja kuivumisen jälkeen. Solumuovi toimii myös tiivisteinä pintalevyn ja valulistojen väliin jäävissä saumoissa. Tämä vähentää eristeaineen leviämistä pintalevyjen näkyvälle pinnalle.

5. Alalevyn asetus elementtimuottiin:

Työntekijät hakevat työkuvan mukaisen pintalevyn ja asettavat sen elementtimuotin pohjalle. Pintalevyt sijaitsevat pukeissa ja kärryissä vaahdotuspuristimen läheisyydessä ja niiden liikuttelu tapahtuu manuaalisesti.

6. Ilmareikien poraus valulistoihin:

Valulistoissa on ilmareiät, jotka pitää porata auki, uutta elementtiä valmistettaessa. Ilmareikien tehtävänä on päästää valussa syntyvät kaasut ulos, jotta ne eivät jää kupliksi, valmiin elementin eristeaineeseen.

7. Pikalukkojen ja pintojen kiinnitys valulistoihin:

Työkuvassa on merkitty valulistoihin kiinnitettävien pikalukkojen ja pintojen paikat. Pikalukkojen ja pintojen paikat on tavallisesti mitoitettu valulistoihin 300 mm jaolla. Valulistoissa on sorvatut urat joihin pikalukkojen ja pintojen kaulukset kiinnittyvät. Kiinnitys tehdään manuaalisesti.

8. Ylälevyn asetus:

Työntekijät hakevat työkuvan mukaisen pintalevyn ja asettavat sen elementtimuotin pinnalle valulistoissa oleviin uriin. Pintalevyt sijaitsevat pukeissa ja kärryissä elementtiprässin läheisyydessä ja niiden liikuttelu tapahtuu manuaalisesti.

Seuraavassa on esitetty katto- ja lattiaelementtien työvaiheet, jotka eroavat seinäelementin valmistuksesta.

9. Katto- ja lattiaelementtien sivulevyjen asetus

Katto- ja lattiaelementit eroavat rakenteeltaan seinäelementeistä. Katto- ja lattiaelementeissä on aina vähintään yksi metallipintainen sivu. Elementtimuottia koottaessa, sivulle, johon metallipinta tulee, asetetaan valulistan koko sivun mittainen, särmäyskoneella valmistettu levyosa. Tämä levyosa jää valmiissa elementissä näkyville muodostaen elementtiin metallipintaisen sivun. Jos elementti on yli 3 metriä pitkä, tarvitaan kaksi levyosaa peittämään elementin pitkäsiivu, sillä särmäyskoneilla voidaan valmistaa enintään 3 metriä pitkiä kapaleita. Tuotannossa näitä levyosia kutsutaan nimityksillä sivupäällinen ja päänpäällinen.

10. Irtopintojen asetus:

Katto- ja lattiaelementeissä käytettävät irtopinnat liimataan kuumaliimalla työkuvan osoittamiin kohtiin.

11. Katto- ja lattiaelementtien pintalistojen asetus:

Katto- ja lattiaelementtien pintaan tuleva, noin 40mm leveä ura, valmistetaan erillisten listojen avulla. Katto- ja lattiaelementtien sisälevy on pienempi kuin ulkolevy, jolloin sisälevyn reunoille jää paljaat urat, kun se asetetaan elementtimuottiin. Näihin uriin asetetaan alumiinilistoja jotka tuetaan puupaloilla. Alumiinilistojen alle asetetaan solumuovia, jotta eristeaine ei pääse vuotamaan sisälevyn pinnalle.

12. Valulistojen kiilaus

Lopuksi elementtimuotti kiilataan tukevasti sivuilta ja perästä.

13. Elementtimuotin ajo vaahdotuspuristimeen

Valmis elementtimuotti ajetaan vaahdotuspuristimeen, sille varattuun tasoon. Elementtimuotin nostopöydässä on sähkökäyttöiset pyörät, jotka auttavat elementtimuotin liikuttamisessa.

14. Elementin vaahdotus:

Walk-in valuyksiköissä vaahdotuspuristimet ovat kaksitoimisia. Puristimessa on kolme tasoa puristimen ylä- ja alapuolella. Kun kaikki ylätasot on täytetty valmiilla elementtimuotilla, laitetaan puristin kiinni. Alatasoissa olevat vaahdotetut ja kuivuneet elementit otetaan pois ja niiden tilalle tehdään uudet elementtimuotit. Elementtien vaahdotus tapahtuu elementtimuotin päädyistä valupistoolilla.

Jälkityöstö

1. Elementin poisto prässistä:

75 mm ja 100 mm eristepaksuudeltaan olevien elementtien kuivumisaika prässissä on 30 minuuttia ja 150 mm paksujen elementtien 60 minuuttia. Kuivumisajan täytyttyä prässin puristin avataan ja elementtimuotti otetaan ulos prässistä.

2. Elementin irrotus muotista

Elementtimuottia puristavat kiilat nostetaan pois ja valulistat irrotetaan elementin sivuilta ja päädyistä. Irrotus tapahtuu normaalisti taltan avulla, joka kiilataan elementin reunan ja valulistan väliin.

3. Elementin siirto puhdistuslinjalle:

Irrotettu elementti siirretään imunostimella vaahdotuspuristimen vieressä olevaan työpisteeseen, jossa suoritetaan elementille tarvittavat jälkityöstöt.

4. Pikalukon reikien poraus ja hionta:

Pikalukkojen kiristysreikien kohdalle porataan pintalevyyn reiät, jotta kiristysavain on mahdollista työntää kiristysreikään, huonetta asennettaessa. Reikien poraus tapahtuu manuaalisesti käsiporalla. Työpisteissä on porattavien reikien kohdistamiseen tarkoitettu sapluuna.

5. Irtopinnojen esille poraus katto- ja lattiaelementeissä

Katto- ja lattiaelementeissä käytetyt irtopinnat pitää porata esille uretaanista, jotta pikalukon kieli pääsee lukittumaan irtopinnaan, huonetta asennettaessa. Irtopinnat porataan esille manuaalisesti käsiporalla.

6. Päänpäällisen kiinnitys katto- ja lattiaelementeissä

Katto- ja lattiaelementtien toiseen pätyyn kiinnitetään kanttikoneella valmistettu levyosa (päänpäällinen). Levyosa asetetaan elementin päähän ja levyosan kantissa olevien reikien kohdalle porataan elementtiin reiät, joista levyosa kiinnitetään elementtiin popniiteillä.

7. Kovapalojen liimaus naaras ponttiin

Elementtien pikalukkojen kohdalle liimataan kovapalat. Kovapalojen tehtävänä on täyttää tyhjä tila, joka jää naaras-naaras pontin väliin elementtejä asennettaessa. Kovapaloissa on liimapinta, jolla se kiinnitetään pikalukon suuaukon ympärille eristeaineeseen.

8. Eristenauhan leikkaus ja liimaus naaras ponttiin

Kovapalojen väliin jäävään tilaan käytetään kovapaloja pehmeämpää eristenauhaa. Nauha leikataan oikean mittaiseksi ja liimataan kuumaliimalla eristeaineeseen naaras pontin pohjalle.

Pakkaus

Valmiit elementit siirretään rullarataa pitkin pakkausalueelle. Elementit pakataan puusta valmistettuihin kolleihin. Normaalit seinä-, katto- ja lattiaelementit pakataan kolleihin kyljelleen pitkittäin. Elementtien väliin asetellaan leveä solumuovi, joka suojaa elementtien pintaa naarmuilta ja lialta. Pakkausjärjestyksestä tehdään tilan käytön suhteen mahdollisimman optimoitu työkuva, jonka perusteella pakkaajat asettavat elementit kolleihin. Elementit pyritään pakkaamaan huonekohtaisesti. Kollin täytyttyä elementit kääritään paksuun muoviin ja muovipeiton saumat sulatetaan kiinni. Lopuksi elementtien ympärille kiinnitetään kollin etu- ja takakansi, ja valmis kolli kiristetään pakkausvanteella. Kollit on mitoitettu niin että niitä mahtuu vakiolevyisen rekka-auton lavalle kaksi vierekkäin.

Vakiohuone valuyksikkö

Vakiohuoneiden peruskorkeus on 2000mm tai 2300mm ja syvyys 2000mm. Huoneen leveyttä voidaan säädellä 300mm, 900mm ja 1200mm levyisillä elementeillä. Vakiohuone-tuotannon valuyksikkö vastaa rakenteeltaan walk-in valuyksikköä. Vakiohuoneiden tuotannossa on käytössä yksi vaahdotuspuristin seinäelementeille, kaksi lattia- ja kattoelementeille ja yksi kulmaelementeille.

Vakiohuone valuyksikön työnvaiheet

Vakiohuone-elementtien valmistus tapahtuu pääosin samalla menetelmällä kuin walk-in-elementtien, mutta uros-naaras pontti tuo muutaman oleellisen eroavaisuuden työnvaiheisiin.

Solumuovin käyttö aiheuttaisi epätasaisuuksia urosponttiin, sillä solumuovi ei myötäile valulistan muotoa.. Valulistoihin levitetään rasvaa, joka estää uretaanin tarttumista valulistoihin. Vakiohuone-elementeissä käytettävät pikalukot ja pinnat eroavat walk-in-

elementeissä käytettäviin. Ne ovat rakenteeltaan erilaiset ja ne kiinnitetään valulistoissa oleviin tappeihin, eikä kauluskiinnityksellä.

Jälkityöstö on muuten sama kuin walk-in-elementeillä, mutta uros-naaras ponttiin ei tarvitse liimata kovapaloja eikä eristenuuhaa. Vakiohuoneissa käytettäviin lattioihin ja kattoihin ei myöskään tarvitse kiinnittää päänpäällisiä. Liitteessä 6 on kuvia vakiohuone-elementin valmistuksen työvaiheista.

Ponttirkaisuun vaikuttavat tekijät

Kun tarkastellaan valuyksiköitä ja niiden työvaiheita tärkeimmät ponttirkaisuun vaikuttavia tekijät ovat:

- vaatiiko ponttirkaisu uusia työvaiheita/työkaluja
- valulistojen muoto → määrää pontin muodon
- valulistojen suojaus → solumuovin ja vahan käyttö
- pikalukon ja pinnan kiinnitys valulistaan → kaulus-/tappikiinnitys
- jälkityöstö → vaatiiko ponttirkaisu uusia työvaiheita/työkaluja

6.4 Työvaiheiden seuranta elementtituotannossa

Työvaiheiden seuranta suoritettiin keväällä 2009 walk-in- ja vakiohuone-elementeille. Seurannan tarkoituksena oli selvittää määrätuille elementtimalleille eri työvaiheiden kes- tot vaahdotuspuristimella. Seurannan suorittivat vaahdotuspuristimilla työskentelevät työn- tekijät työnjohdon sekä diplomityöntekijän ohjeistuksella. Seurantaan valituille puristimille jaettiin ennalta laadittu taulukko, johon työntekijät merkkasivat ylös eri työvaiheiden kes- tot minuutteina.

Walk-in-elementtien tuotannossa seurattiin neljää vaahdotuspuristinta. Yhdellä puristimista valmistettiin seinäelementtejä, kahdella puristimista valmistettiin lattia-, katto- ja seinä- elementtejä ja yhdellä kulmaelementtejä. Vakiohuoneiden tuotannossa seurattiin kolmea vaahdotuspuristinta. Yhdellä puristimista valmistettiin seinäelementtejä, yhdellä lattia- ja kattoelementtejä ja yhdellä kulmaelementtejä.

Työvaiheet jaoteltiin seitsemään eri vaiheeseen:

1. elementtikuvan haku ja tutkiminen

- aika joka kuluu kun työntekijä tutkii uuden elementin valmistuskuvaa

2. valulistojen haku

- aika joka kuluu työntekijän hakiessa sopivia valulistoja

3. muotin/jigin kasaaminen

- aika joka kuluu työntekijän kasatessa muotti valmiiksi oikeisiin mittoihin

4. pelti- ja lisäosien haku

- aika joka kuluu työntekijän hakiessa elementtiin tarvittavat pelti- ja lisäosat

5. elementin kasaaminen

- aika joka kuluu työntekijän kasatessa elementtiin tarvittavat osat valmiiksi vaahdotukseen

6. elementin purku

- aika joka kuluu työntekijän irrottaessa elementti muotista

7. elementin putsaus ja viimeistely

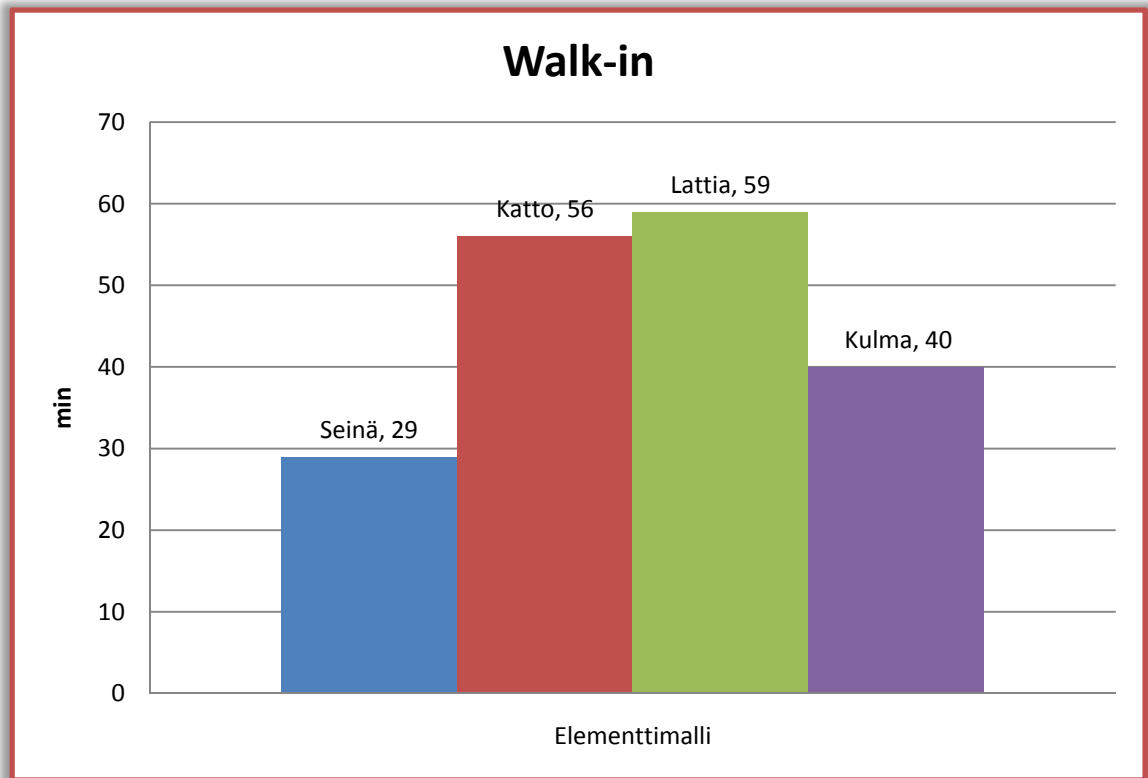
- aika joka kuluu työntekijän suorittaessa elementille tarvittavat putsaus- ja viimeistelytoimenpiteet

6.4.1 Tulokset

Seurannassa haluttiin saada tuloksia pääosin vaahdotuspuristimella manuaalisesti suoritettavista työvaiheista. Saatujen tulosten perusteella pystyttiin laskemaan kunkin elementtimallin valmistusajan keskiarvo ja vaihteluväli vaahdotuspuristimella. Seurannan tuloksia käytettiin hyväksi laskettaessa vertailukustannuksia vaihtoehtoisille ponttiratkaisuille. Tuloksissa ei ole huomioitu aikaa, joka kuluu elementin vaahdottamiseen ja kuivumiseen, sillä se on vakio kullakin eristevahvuudella.

Walk-in tulokset

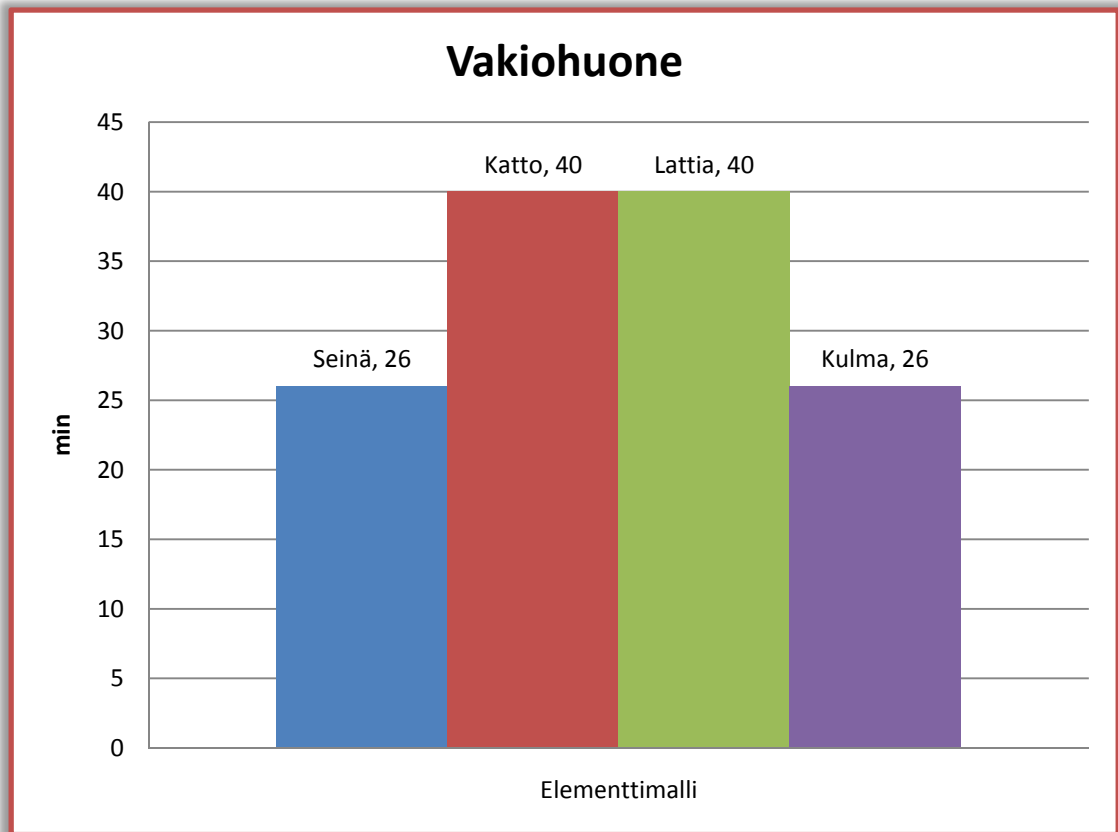
Walk-in-elementtien tuotannon työvaiheiden kestoissa esiintyi suuria eroja elementtimallien välillä. Liitteessä 7 on esitetty, kunkin seurattavan walk-in -elementtimallin valmistuksen työvaiheiden ajat ja vaihteluvälit. Vaahdotuspuristimella yhden seinäelementin valmistukseen käytetty keskimääräinen aika on 29 minuuttia, kattoelementin 56 minuuttia, lattiaelementin 59 minuuttia ja kulmaelementin 40 minuuttia. Kuvassa 6.12 on esitetty kunkin elementtimallin keskimääräinen aika vaahdotuspuristimella.



Kuva 6.12. *elementtien keskimääräinen aika vaahdotuspuristimella*

Vakiohuone tulokset

Vakiohuone-elementeilla työvaiheiden kestoissa ei esiintynyt yhtä suuria eroja elementtimallien välillä. Liitteessä 8 on esitetty kunkin seurattavan vakiohuone elementtimallin valmistuksen työvaiheiden ajat ja vaihteluvälit. Vaahdotuspuristimella yhden seinä- sekä kulmaelementin valmistukseen käytetty keskimääräinen aika on 26 minuuttia ja katto- sekä lattiaelementin 40 minuuttia. Kuvassa 6.13 on esitetty kunkin elementtimallin keskimääräinen aika vaahdotuspuristimella.



Kuva 6.13. *elementtien keskimääräinen aika vaahdotuspuristimella*

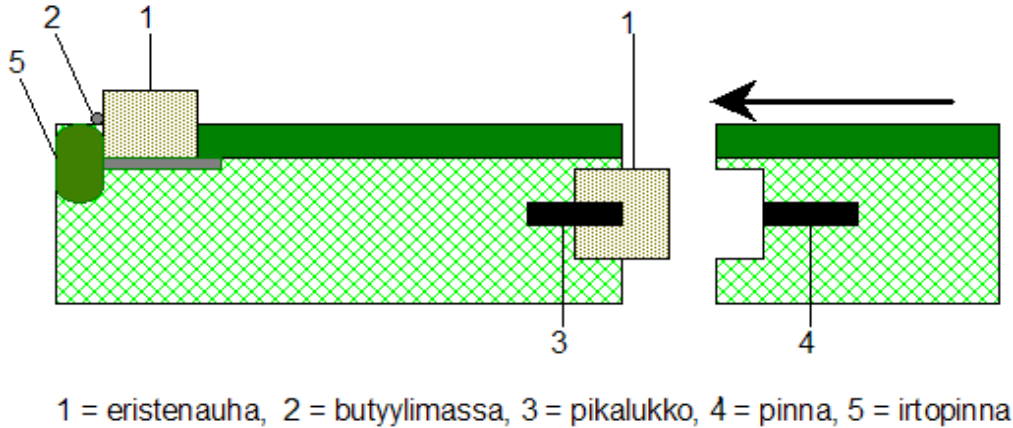
6.5 Kylmähuoneen asennus

Kohde yrityksen laajan asiakaskannan myötä tulee paljon erilaisia asennuskohteita. Kylmähuoneita asennetaan suuriin ja tilaviin kauppakeskuksiin kuin myös tiloiltaan rajoitetumpiin risteilijöihin. Ahtaat ja vaativat asennusolosuhteet asettavat omat vaatimuksensa asentajille sekä käytettävälle ponttiratkaisulle. Kylmähuoneiden asennuksen on onnistuttava pienissä tiloissa ja elementtien on kestävä suuriin lämpötilaerojen tuomio rasituksia.

Monissa asennuskohteissa ei ole tilaa liikkua elementtien takana, vaan huoneen asennus on tapahduttava sisältäpäin. Hyvänä esimerkkinä ovat risteilijöihin menevät kylmähuoneet, joissa elementtien ja laivan rungon väliin jää ainoastaan noin 5 cm rako. Lisäksi monissa kohteissa ylhäältäpäin tapahtuva asennus on täysin mahdotonta, jolloin kattojen asennus on tapahduttava kokonaan sisäpuolelta. Nämä rajoitukset asettavat omat haasteensa uuden ponttiratkaisun löytämiseen.

Walk-in kylmähuoneen asennus

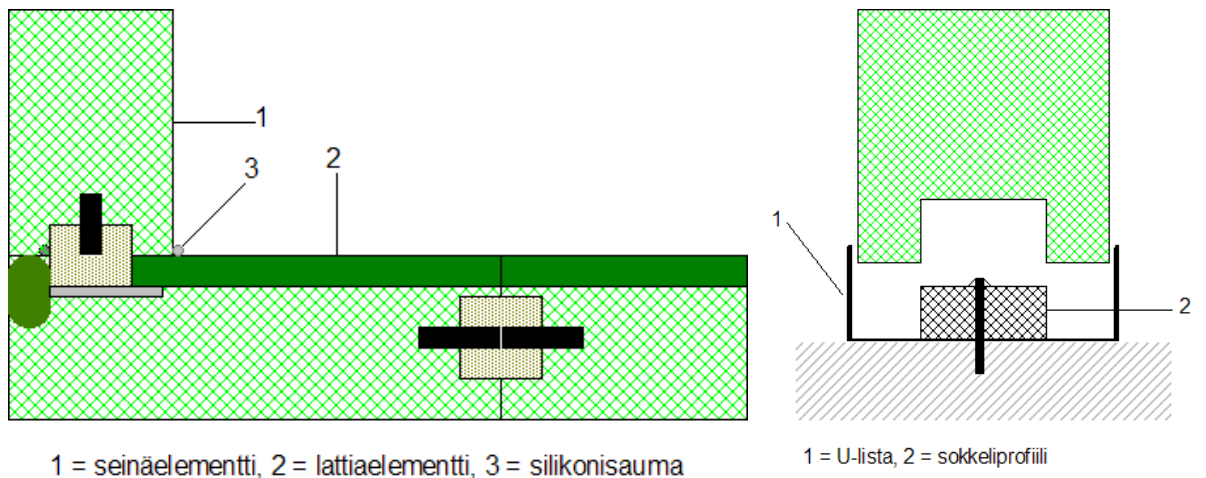
Kylmähuoneen asennus aloitetaan lattian asentamisella. Lattiaelementin naarasponsittiin liimataan kovapalat ja eristenauhat, jos tätä ei ole suoritettu jo tehtaalla. Lattiaelementit kiinnitetään toisiinsa pikalukoilla. Ennen kuin, seinä- ja kulmaelementit asennetaan kiinni lattiaan, laitetaan elementtien liitoskohtiin ulkoseinän puolelle, butyyylimassaa höyrystyluiksi. Kuvassa 6.14 on esitetty lattiaelementtien liitos.



Kuva 6.14. *lattian/lattian liitos*

Tämän jälkeen ensimmäinen kulmaelementti asetetaan paikoilleen. Kulmaelementti nostetaan lattiaelementin päälle, jolloin se tukeutuu lattiaelementin pinnassa olevaan eristenauhaan. Kulmaelementti kiinnitetään lattiaelementtiin pikalukoilla. Tämän jälkeen huoneen seiniä aletaan liittää toisiinsa kulmaelementistä lähtien, kunnes kaikki seinät ovat valmiita. Viimeisenä asennetaan kattoelementit seinäelementtien päälle. Asennuksen lopuksi elementtien liitoskohtiin huoneen sisäpuolelle laitetaan silikonisauma.

Joissain kohteissa kylmähuoneeseen ei tule lainkaan elementtilattiaa, vaan huone asennetaan peruslattian päälle. Tällöin seinät asennetaan betoniin kiinnitetyn listan päälle. Seinän liitokseen käytetään yleisesti sokkeliprofiilia tai U-listaa. Kuvassa 6.15 on esitetty seinäelementin ja lattian välinen liitos sekä sokkeliprofiili ja U-lista.



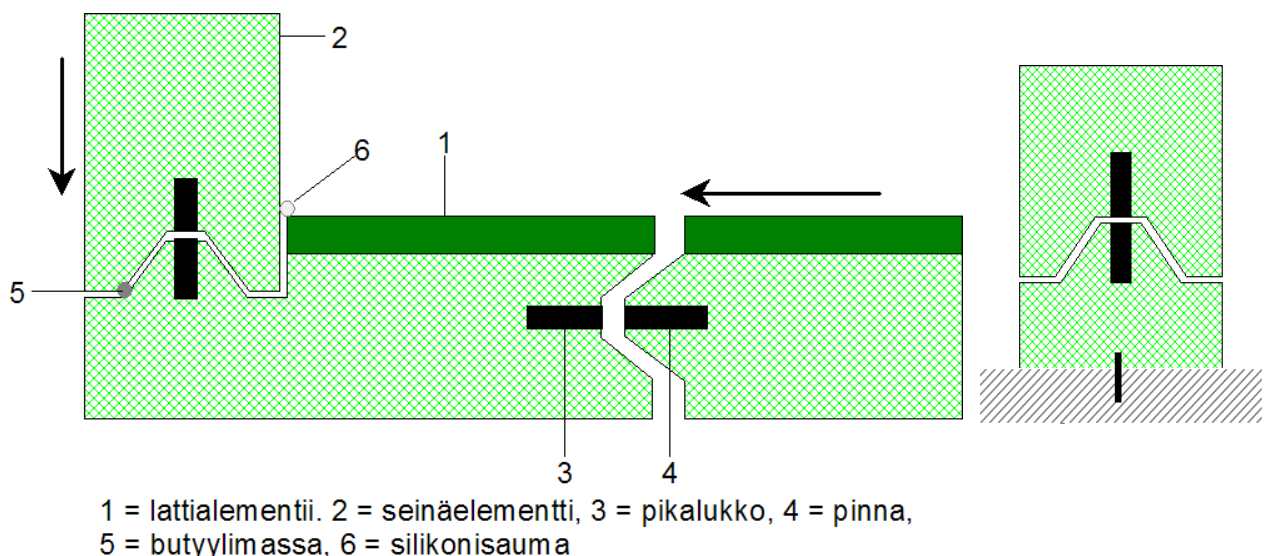
Kuva 6.15. *seinän/lattian liitos, U-lista ja sokkeliprofiili*

Walk-in kylmähuoneen asennuksessa suurimman haasteen asettaa kattoelementtien asennus. Suurien ja painavien kattoelementtien nostaminen ja liikuttelu on työlästä. Lattian ja seinien asennuksessa ei saa tulla suuria heittoja, sillä muutaman sentin erot korostuvat kattoelementtejä asennettaessa. Jos asennettu seinä ei ole riittävän suora, on kattoelementtien asentaminen mahdotonta, sillä lukot ja pinnat eivät osu kohdalleen. Jos elementtien väliin jää suuria rakoja, liitokseen voi muodostua kylmäsilta, joka heikentää huoneen eristävyyttä.

Naara-naaras pontissa käytettävä eristenauha saattaa irrota asennusvaiheessa, jolloin sen uudelleen liimaus pitkittää ja vaikeuttaa asennustyötä. Jos eristenauhan irtoamista tai liikkumista ei huomata asennusvaiheessa, jää tälle kohdalle liitokseen paljas rako. Tämä heikentää kylmähuoneen eristävyyttä ja mahdollistaa kylmäsilan muodostumisen.

Vakiohuoneen asennus

Vakiohuoneen asennus aloitetaan lattian asettamisella. Lattiaelementit liitetään toisiinsa uros-naaras liitoksella ja liitos kiristetään pikalukolla. Lattiaa asennettaessa on tärkeää tarkastaa, että lattian sivut ovat linjassa ja että lattia on vaakasuorassa. Ennen kuin elementit asennetaan kiinni lattiaan, laitetaan elementtien liitoskohtiin butyyylimassaa höyrystyluiksi. Lattian asennuksen jälkeen asetetaan ensimmäinen kulmaelementti lattian päälle. Kulmaelementti tuetaan lattiaelementissä olevaan uros ponttiin. Tämän jälkeen huoneen seiniä aletaan liittää toisiinsa kulmaelementistä lähtien, kunnes viimeinen kulma on jäljellä. Pikalukkoja ei tule kiristää loppuun saakka, ennen kuin kaikki elementit ovat kohdallaan, sillä tämä antaa hieman liikkumavaraa elementtien asennuksessa. Seuraavaksi asennetaan huoneen kattoelementit. Ennen katon asennusta tulee tarkistaa että ulkoseinien elementtien yläpäätt ovat keskenään samassa linjassa, jotta katto asettuisi hyvin paikoilleen. Kattoelementti asennetaan samaan aikaan viimeisen kulmaelementin kanssa. Kun kaikki elementit ovat kohdillaan, kiristetään pikalukot loppuun asti. Jos vakiohuone asennetaan ilman elementtilattiaa, käytetään asennukseen sokkeliprofiilia. Asennuksen lopuksi elementtien liitoskohtiin laitetaan silikonisauma. Kuvassa 6.16 on esitetty lattiaelementin ja seinän liitos sekä sokkeliprofiilin liitos.



Kuva 6.16. seinän/lattian liitos, sokkeli

Asennuksessa ponttiin vaikuttavat tekijät

Kun tarkastellaan kylmähuoneen asennusta, tärkeimmät ponttiratkaisuun vaikuttavia tekijät ovat:

- elementin pitkien sivujen pontin muoto → kuinka hyvin elementit voidaan liittää toisiinsa
- alapään pontin muoto → kuinka hyvin seinä elementit voidaan liittää lattiaelementtiin
- yläpään pontin muoto → kuinka hyvin kattoelementti voidaan liittää seinäelementtiin
- pikalukkojen ja pinnojen paikat → kuinka helposti pikalukot voidaan kiristää
- asennukseen käytettävät työkalut → vaatiiko uusi ponttiratkaisu uusia työkaluja
- huoneen asennus ilman elementtilattia → uuden sokkelin rakenne

7. UUDEN PONTTIRATKAISUN SUNNITTELU

7.1 Esitutkimus

7.1.1 Lähtökohdat

Projektin lähtökohtana oli uudistaa walk-in- ja vakiohuone-elementtien ponttiratkaisu siten, että se soveltuu käytettäväksi molempiin. Uudella ponttiratkaisulla pyritään myös parantamaan elementtien tuotannollisia ja laadullisia ominaisuuksia. Ponttiratkaisun suunnittelussa pääpaino asetettiin tuotannollisten ominaisuuksien parantamiseen, joka mahdollistaa entistä joustavamman ja tehokkaamman tuotannon. Tavoitteena oli kehittää ponttiratkaisu, joka täyttää nykyisten ja mahdollisesti laajenevien markkina-alueiden, sekä kylmähuone-elementeille tulevan standardin asettamat vaatimukset.

7.1.2 Benchmarking

Benchmarkingin tavoite oli selvittää tärkeimmät eurooppalaiset kilpailijat ja näiden käyttämät ponttiratkaisut. Kilpailijoiden käyttämien ponttiratkaisujen etsimiseen käytettiin enimmäkseen Internetiä ja kilpailijoiden RT-kortteja. Diplomityön loppupuolella tehtiin myös vierailu tytäryhtiön tehtaaseen. Tietoa kilpailijoiden ponttiratkaisuista löytyi hyvin vaihtelevasti, mutta vain harva yritys antoi tarkat ja selkeät kuvaukset käyttämistään ratkaisuista ja elementtiensä ominaisuuksista. Käytettäessä Internetiä tiedonlähteenä tulee muistaa informaation luotettavuus sekä ajankohtaisuus.

Taulukko 7.1. *Euroopan merkittävimmät kylmähuoneiden valmistajat*

VALMISTAJA	MAA
Celltherm	Saksa
ColdKit	Espanja
Hermetel	Suomi
InCold	Italia
Ilkazell	Saksa
ISOBAR	Belgia
ISOCAB	Saksa
Misa	Italia
Pfeuffer	Saksa
Roma	Saksa
SBS-kt	Saksa
Viessmann	UK

7.2 Tehtävän asettelu

7.2.1 Aikataulutus

Projektille laadittiin karkea aikataulutus sekä selvitettiin projektiin osallistuvat avainhenkilöt. Täydellistä aikataulua on mahdoton laatia projektin alkuvaiheessa, koska ei ole varmaa tietoa kaikista osatehtävistä, eikä niiden vaatimasta ajasta. Aikatauluun vaikuttaa myös projektin aikana esiin tulevat uudet vaatimukset sekä mahdolliset epävarmuudet yrityksen resurssien ja talouden suhteen.

7.2.2 Tavoitteet ja vaatimukset

Tavoitteiden ja vaatimusten asettaminen tehtiin projektiryhmässä, johon osallistui henkilöitä tuotekehityksestä, tuotannosta, suunnittelusta, myynnistä sekä operatiivisesta johdosta. Tuotetta koskevista vaatimuksista laadittiin vaatimuslista. Projektin edetessä vaatimuksia tuli lisää, joten vaatimuslistaa päivitettiin työn edetessä. Uudet vaatimukset analysoitiin projektiryhmässä, joka lopulta päätti, miten kukin vaatimus otetaan huomioon suunnittelussa. Vaatimuslistaan kerättiin tuotteelle asetetut varsinaiset vaatimukset sekä tuotteelta halutut mahdolliset toivomukset. Toivomukset otetaan huomioon toisarvoisena eli ne toteutetaan, mikäli ne eivät vaadi suuria resurssien käyttöä. Seuraavassa on esitetty ponttiratkaisulle muodostunut vaatimuslista.

VAATIMUSLISTA

Vaatimukset

- Valmistusprosessin yksinkertaistaminen
- Yksinkertainen rakenne
- Toimivuus nykyisillä eristepaksuuksilla
- Asennusystävällinen
- Yksinkertainen katto-seinä liitos
- Sauman tiiveys vähintään sama kuin nykyinen
- Sauman eristävyys vähintään sama kuin nykyinen
- Pontissa on oltava höyrysulku
- Ratkaisun on parannettava elementin paloteknisiä ominaisuuksia
- Jos liitoksessa pikalukko → vain yksi pikalukkomalli
- Tiivis valettaessa
- Sahattavuus ja muu jälkityöstö
- Toimivuus eri vahvuisilla pelleillä 0,35–1,0 mm
- Mahdollisimman pienet investointikustannukset

Toivomukset

- Yhteensopivuus tytäryhtiöiden kanssa
- Solumuovin käyttö mahdollista
- Moduloitavissa
- Liitos ilman pikalukkoa
- Huone ilman kulmaelementtejä

Tuotteeseen liittyvien vaatimusten lisäksi kylmähuone-elementeille asetetaan luonnostaan yleisiä vaatimuksia, kuten standardien mukaisuus, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys. Tällä hetkellä sandwich-rakenteisille kylmähuone-elementeille on valmistumassa standardi työryhmän CEN/TC 128 johdolla.

7.2.3 Ratkaisuperiaatteiden haku

Osatoimintojen ratkaisuperiaatteita haettaessa on otettava huomioon toiminnalliset, geometriset ja fysikaaliset vaatimukset. Projektin lähtökohtana oli löytää uusi ponttiratkaisu polyuretaani eristeiselle sandwich-rakenteiselle elementille. Joten elementtien perusrakenne löytyi nykyisistä tuotannossa olevista muottivaluelementeistä. Osatoimintojen ratkaisemiseen käytettiin apuna pääosin pienimuotoisia aivoriihiä sekä tuplatiimi-istuntoa. Ratkaisuperiaatteina haettiin pääosin pikalukkojärjestelmällä toimivia ponttimalleja, sillä Huurrekylmähuoneiden asennuskohteet vaativat kyseistä menetelmää.

Ratkaisuperiaatteiden haussa lähdettiin liikkeelle siitä, että mietittiin miten halutut osatoiminnot tullaan toteuttamaan. Etsitäänkö ratkaisut jo jostain valmiista kilpailijoiden ratkaisusta vai suunnitellaanko itse? Projekti aloitettiin tutkimalla kilpailijoiden käyttämiä ratkaisuja. Löydettyjä kilpailijoiden ratkaisuja verrattiin asetettuihin vaatimuksiin. Aivoriihi- ja tuplatiimi-istunnosta saatujen ideoiden pohjalta laadittiin myös oma ratkaisuehdotus.

Kilpailijoiden vartenotettavia ratkaisuja sekä kehiteltyä omaa ponttiratkaisua verrattiin nykyisiin ratkaisuihin, jonka perusteella pyrittiin löytämään ratkaisuiden mahdolliset edut ja haitat. Ratkaisuiden arvottamisessa käytettiin hyväksi valmistuksen vertailukustannuksia sekä kullekin ratkaisulle tehtiin pistearviointi asetettujen vaatimusten perusteella.

7.3 VAIHTOEHTOISET RATKAISUT

Noin 21 kilpailijalta löytyi riittävän tarkka ja laaja tieto käyttämästään ponttiratkaisusta, jotta sitä voitiin hyödyntää vaihtoehtoisia ratkaisuja etsittäessä. Kilpailijoiden ponttiratkaisuja tutkittaessa pyrittiin löytämään ratkaisuja, jotka täyttäisivät mahdollisimman hyvin vaatimuslistan vaatimukset. Löydetyn ponttiratkaisun ei välttämättä tarvinnut tuoda lopullista ratkaisua, vaan se pystyi antamaan ratkaisuehdotuksen johonkin haluttuun osatoimintaan. Seuraavassa on esitetty kilpailijoiden ratkaisuja, jotka nähtiin projektin tavoitteiden kannalta huomionarvoisiksi.

Kilpailija 1

Kilpailija 1 käyttää kylmähuoneiden ponttiratkaisuna ns. orsirakennetta. Huonetta asennettaessa elementit kiinnitetään erillisiin lattia-, katto- ja kulmaprofiileihin pikalukkojärjestelmällä. Profiilit on valmistettu PVC-muovista, ja niiden eristeaineena käytetään polyuretaania. Kuvassa 7.2 on esitetty kyseisen ponttiratkaisun perusrakenne.



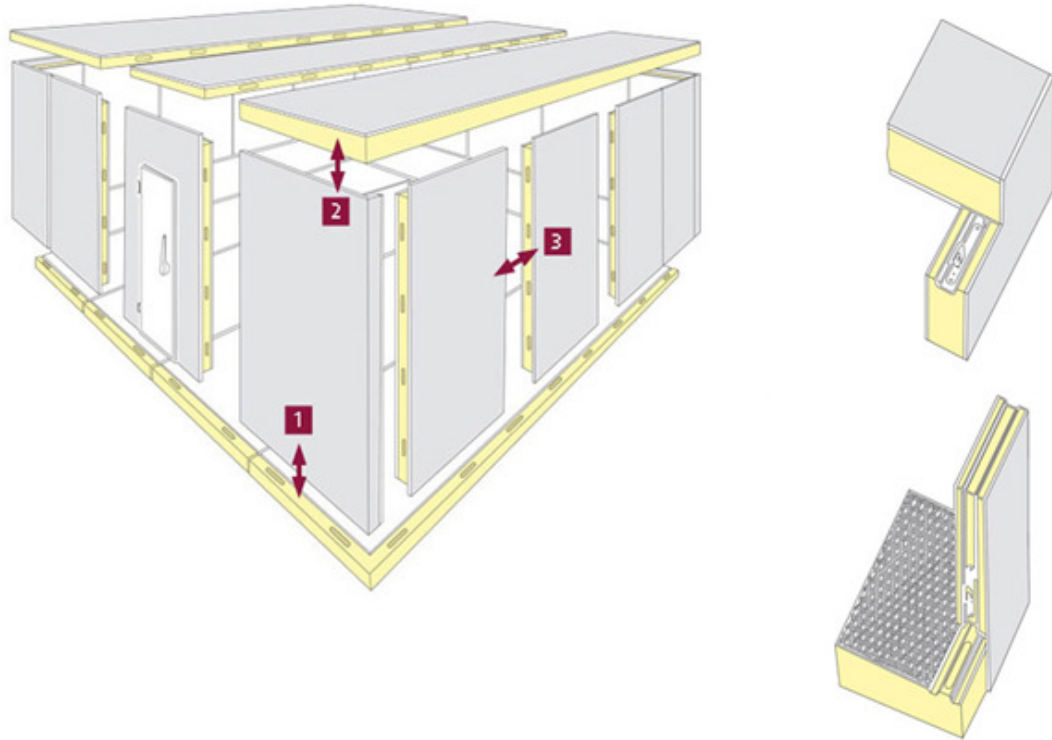
Kuva 7.2. kilpailijan 1 ponttiratkaisu

Ponttiratkaisun edut ja haitat:

- + Vähän elementtivariaoita → tuotantoystävällinen
- + Ei vaikeita lattia- ja kattoelementtejä
- + Ei kulmaelementtejä
- Katon tuki on vain pontin ja pikalukkojen varassa → katon rakenteellinen kestävyys isoilla elementeillä
- PVC-muovin huono paloteknisyys → profiili sulaa ja huone romahtaa
- Profiili vaikea ja kallis valmistaa metallista

Kilpailija 2

Kilpailija 2 käyttää huoneissaan elementtien pitkillä sivuilla uros-naaras profiilia. Lattian/katon/seinän-liitokset on tehty yhden portaan profiililla ja elementtien kiinnitys tapahtuu pikalukkojärjestelmällä. Kuvassa 7.3 on esitetty kyseisen ponttirkaisun perusrakenne.



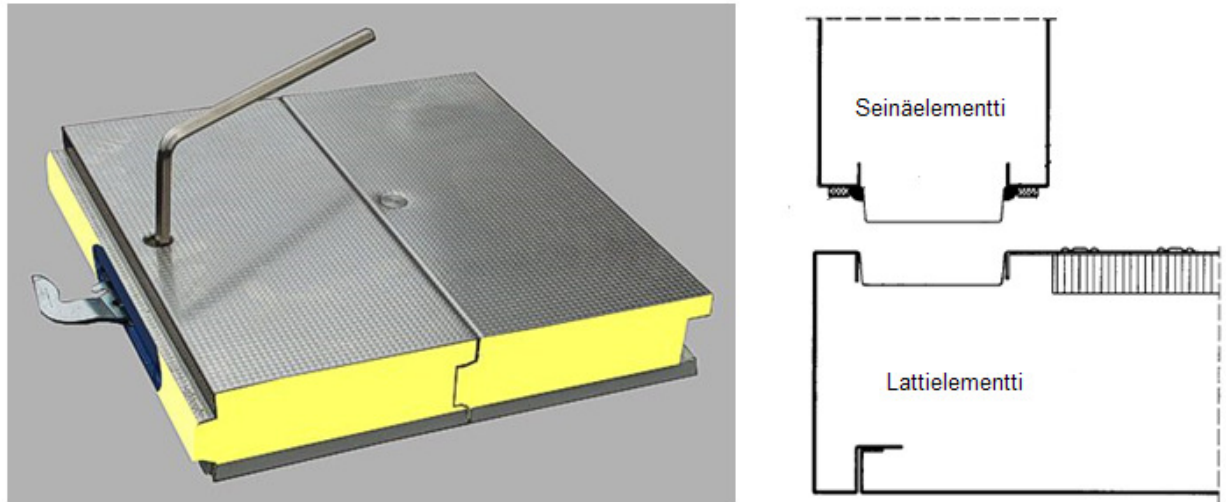
Kuva 7.3. kilpailijan 2 ponttirkaisu

Ponttirkaisun edut ja haitat:

- + Ei vaikeita katto- ja lattiaelementtejä
- + Ei kulmaelementtejä
- + Asennusystävällinen katto
- Elementin päädyissä olevan ohuen profiilin kestävyys valmistuksessa ja asennuksessa

Kilpailija 3

Kilpailija 3 käyttää elementeissään uros-naaras liitosta, joka muistuttaa muodoltaan vakiohuoneen ponttimallia. Uros-pontissa pintalevyn viimeinen kantti on taivutettuna ulospäin, joka lisää liitoksen lujuutta ja parantaa liitoksen palo-ominaisuuksia. Myös lukonreikien tulpat on valmistettu muovin sijaan metallista. Kuvassa 7.4 on esitetty kyseisen ponttiratkaisun perusrakenne.



Kuva 7.4. kilpailijan 3 ponttiratkaisu

Ponttiratkaisun edut ja haitat:

- + Hyvä paloteknisyys
- + Asennusystävällinen lattia
- Ei poista vaikeita lattia- ja kattoelementtejä
- Ulospäin taittuvan kantin kestävyys tuotannossa
- Ulospäin taittuvan kantin aiheuttama muutos levyradalle

Merkittävin esille tullut tekijä kilpailijoiden ponttiratkaisuissa oli, että kaikki 21 kilpailijaa käytti uros-naaras ponttia elementtien pitkillä sivuilla. Tämä vahvistaa olettamusta naaras-naaras pontin vanhanaikaisuudesta.

Lattian-, katon- ja seinän liitoksessa yhdeksän kilpailijaa käytti samankaltaista uros-naaras ratkaisua kuin nykyisissä vakiohuoneissa. Orsi-ratkaisua käytti viisi kilpailijaa ja kilpailijan 2 käyttämää ratkaisua käytti kolme kilpailijaa. Orsi-ratkaisussa huomioitavaa on, että elementtien maksimi pituudet olivat 3000mm-3600mm, joten ratkaisu ei oletettavasti sovellu tätä suuremmille elementeille.

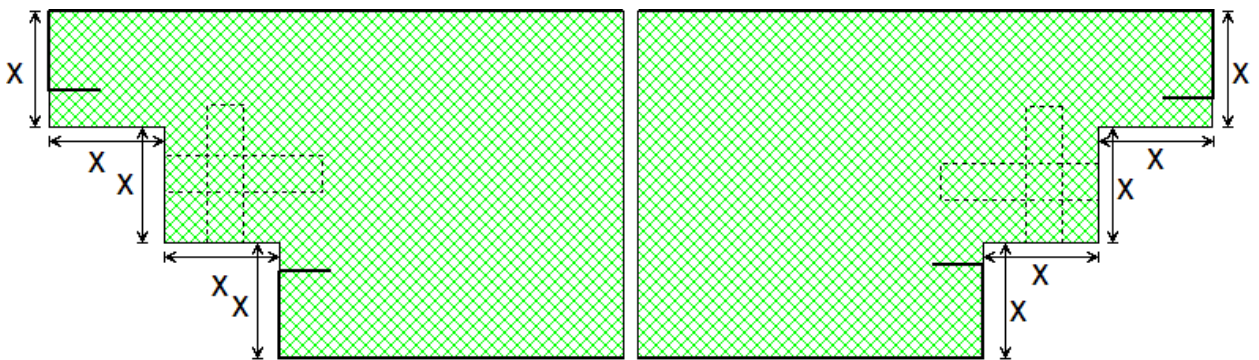
Varsinaisia kulmaelementtejä, kuten nykyisissä walk-in ja vakiohuoneissa, käytti vain 3 kilpailijalla. Suurin osa valmistajista käytti kulman muodostamiseen seinäkulmaelementtejä, jotka muistuttavat rakenteeltaan walk-in kattoelementtejä. Useilla valmistajilla on käytössään eri ponttiratkaisut huoneiden ja elementtien koon mukaan.

7.4 OMA RATKAISU

Kilpailijoiden ratkaisuista ei löydetty yhtä valmista ratkaisua, joka täyttäisi asetutut vaatimukset halutulla asteella. Näin ollen alettiin kehittää myös omaa ratkaisua. Omia ideoita haettiin aivoriihin ja tuplatiimi-istunnon avulla. Yhdessä palaverissa kävi ilmi, että yrityksellä oli ollut jo aiemmin ponttiratkaisua koskeva kehitysprojekti. Projekti oli kuitenkin jäänyt kesken ilman lopullista ratkaisua. Projektin päätavoitteena oli vaikeiden lattia- ja kattoelementtien poistaminen tuotannosta. Tämän, kesken jääneen idean, ja kilpailijan 2 ratkaisuiden pohjalta alkoi kehittyä idea, porraskanteesta elementtien päihin.

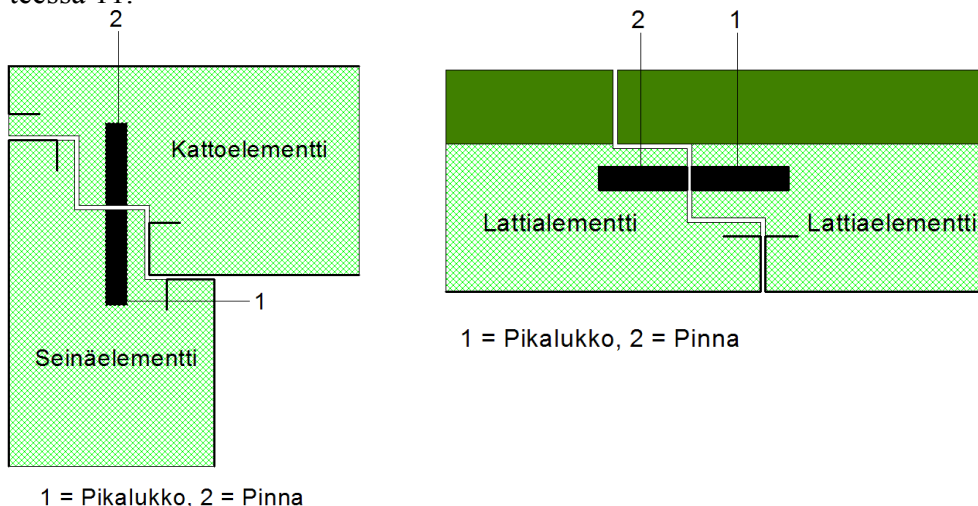
Porraspontti 1

Porraspontti 1 rakenteessa elementin päissä on kolme, tai elementin eristepaksuudesta riippuen, useampi samanmittainen porras. Elementin molempien päätyjen porrask rakenne on symmetrinen. Elementin pitkällä sivuilla on vakiohuoneissa käytetty uros-naaras pontti. Elementin päätyihin voidaan asettaa pikalukko tai pinna kuvan 7.5 osoittamiin kohtiin.



Kuva 7.5. porraspontti 1

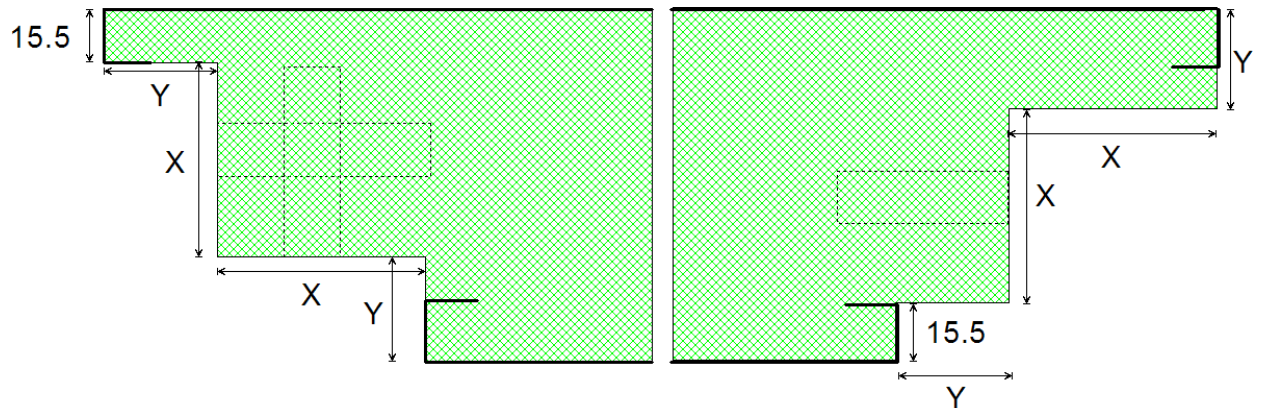
Päädyn porrask rakenne mahdollistaa käytön seinän/lattian/katon liitoksessa sekä lattia- ja kattoelementtien päätyjen liitoksessa (kuva 7.6). Liitteissä 9 ja 10 on Vertex-kuvat elementin rakenteesta. Porraspontti 1 rakenteen valmistus ja valulistan rakenne on esitetty Liitteessä 11.



Kuva 7.6. seinän/katon liitos, lattian/lattian liitos elementtien päädyissä

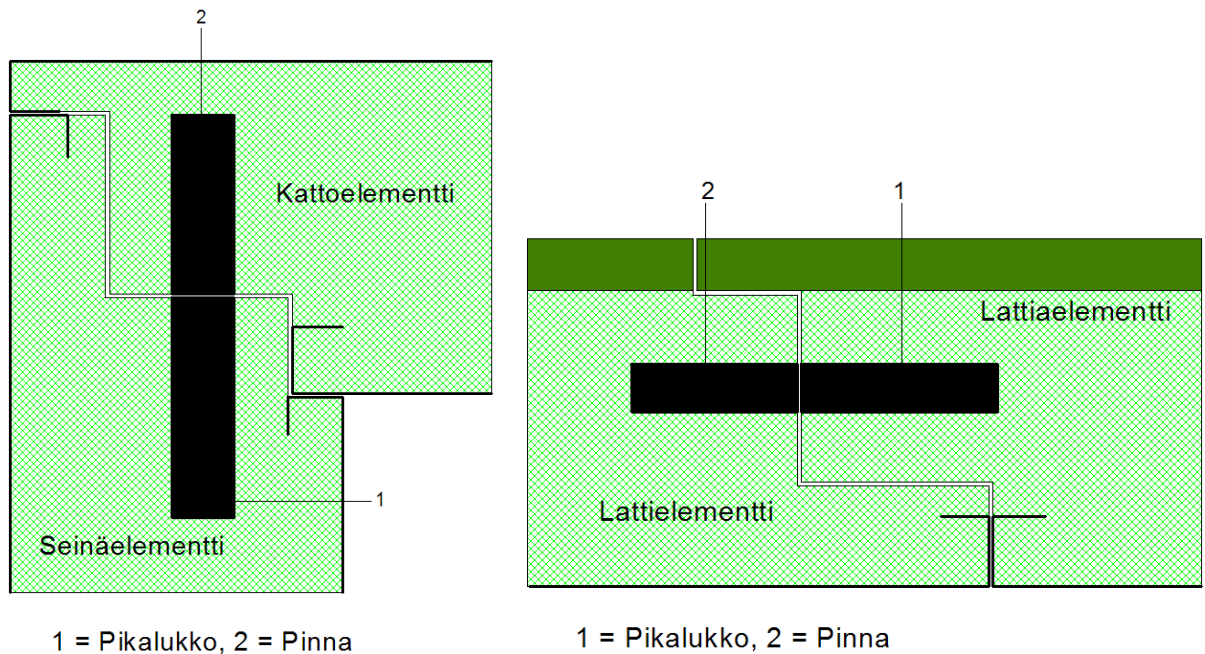
Porrasponti 2

Porrasponti 2 rakenteessa elementin päissä on kolme, tai elementin eristepaksuudesta riippuen, useampi porraskorkeus. Yksi portaista on aina 15.5 mm korkea, sillä tämä on nykyisen walk-in-elementin pintalevyn ensimmäisen kantin korkeus. Näin ratkaisussa pystytään käyttämään nykyisen pintalevyn rakennetta. Muiden portaiden mitat riippuvat elementin eristepaksuudesta. Elementin päätyjen porraskorkeus ei ole symmetrinen. Elementin päätyihin voidaan asettaa pikalukko tai pinna kuvan 7.7 osoittamiin kohtiin.



Kuva 7.7. porraskorkeus

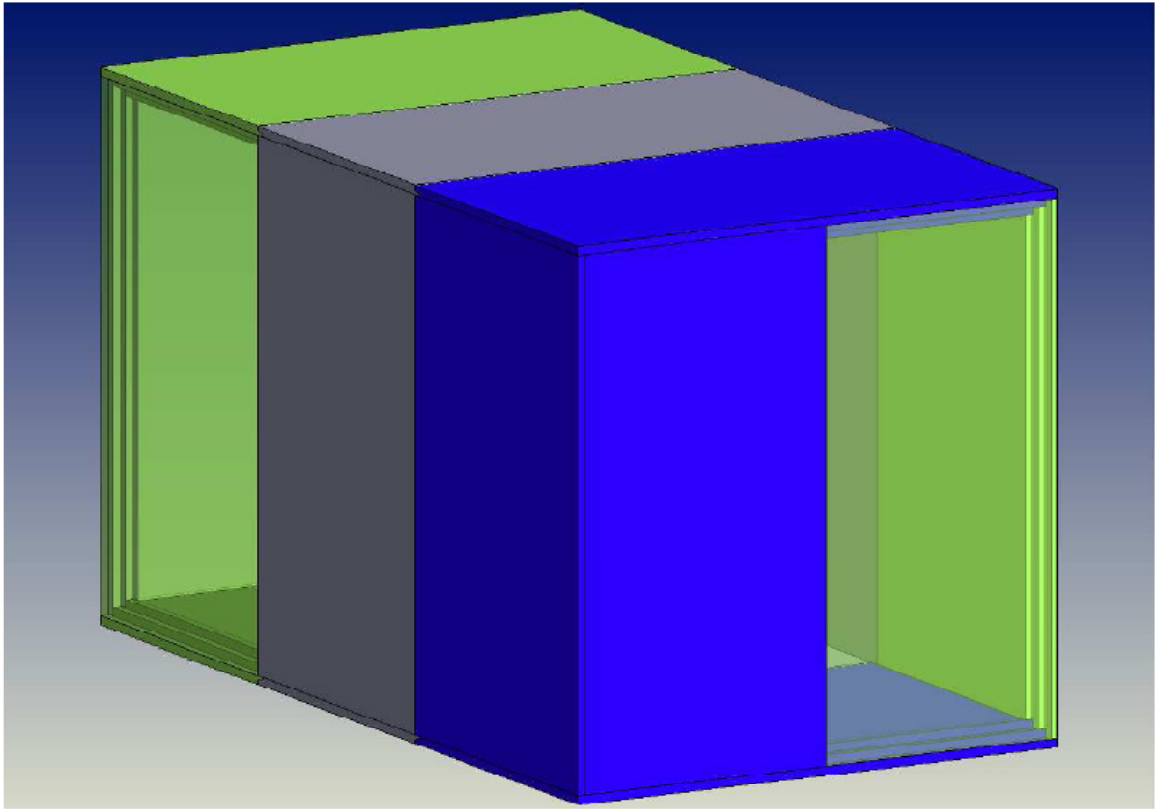
Päädyn porraskorkeus mahdollistaa käytön seinän/lattian/katon liitoksessa (kuva 7.8) sekä lattian- ja kattoelementtien päätyjen liitoksessa. Elementin pitkällä sivulla on vakiohuoneissa käytetty uros-naaras rakenne.



Kuva 7.8. seinän/katon liitos, lattian/lattian liitos elementtien päädyissä

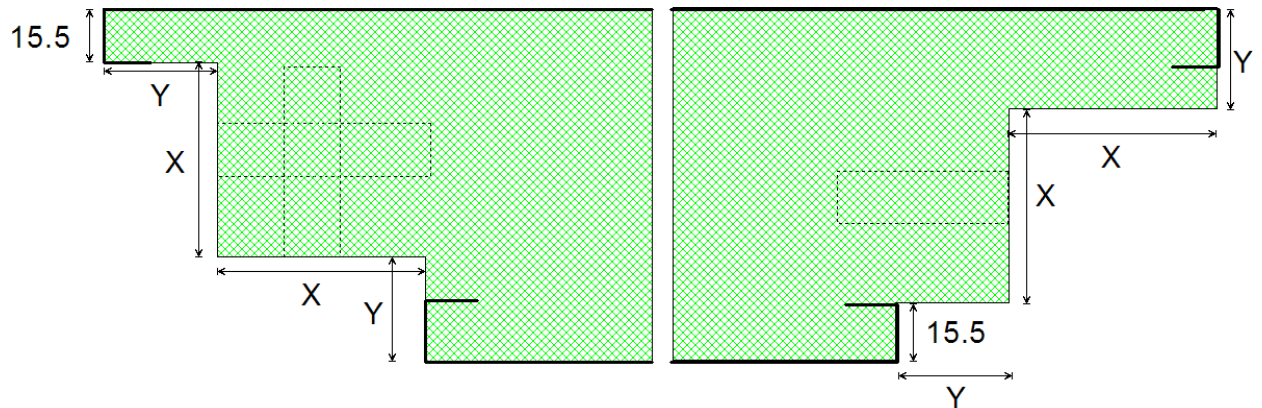
Kylmähuoneen rakenne porraspontilla

Porrasrakenteisista elementeistä valmistetun kylmähuoneen rakenne on esitetty kuvassa 7.9. Huone rakentuu seinä-, lattia-, katto-, ja seinäkulmaelementeistä. Elementeissä, jotka ovat keskellä seinää, kattoa ja lattiaa on pitkällä sivuilla uros-naaras pontti ja päädyissä porraskorkeuden rakenteen. Huoneen kulma rakentuu kahdesta seinäkulmaelementistä. Näissä elementeissä on kulman puoleisella pitkällä sivulla, samanlainen porraskorkeuden rakenteen, kuin elementtien päädyissä ja toisella sivulla joko naaras tai uros pontti. Huoneen rakenteessa ei näin ollen ole nykyisessä ratkaisussa käytettäviä kulmaelementtejä. Seinäkulman etuna on sen hyötyleveys, sillä nyt kulma voidaan rakentaa kahdella 1200mm leveällä elementillä. Nykyisen walk-in kulmaelementin hyötyleveys on 300mm. Porraskorkeuden rakenteen ei myöskään sulje nykyisenkaltaisen kulmaelementin käyttöä.



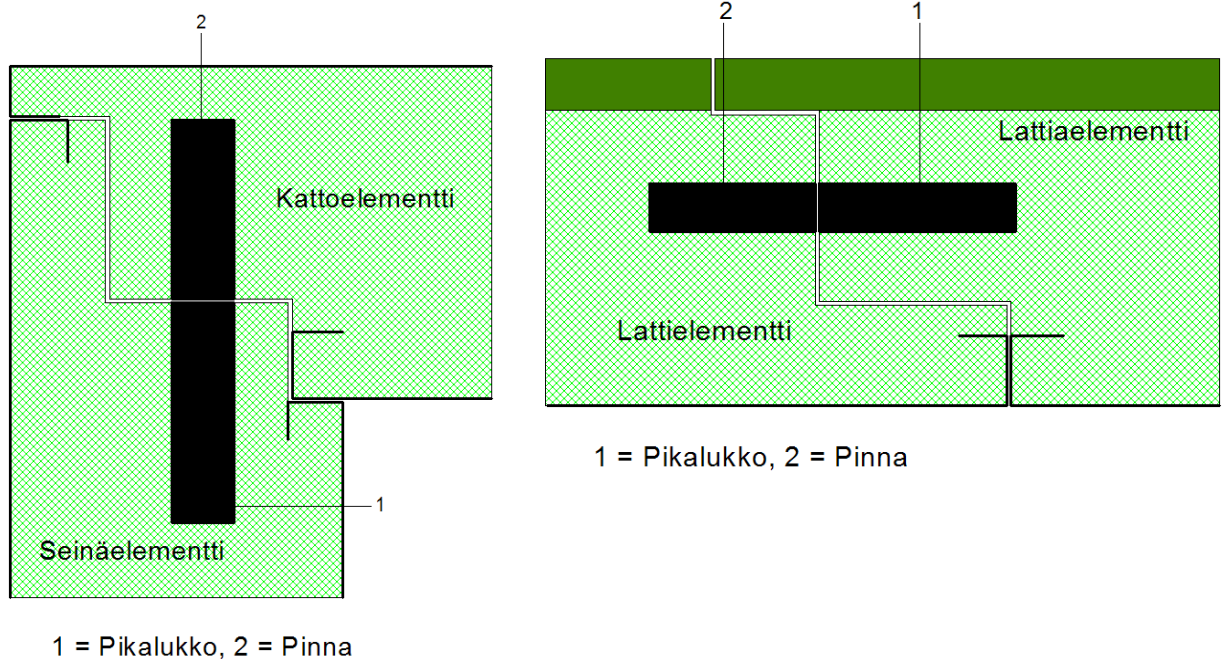
Kuva 7.9. kylmähuoneen rakenne porraskorkeudella

Porrasponti 2



Kuva 7.8. porrasponti 2

Porrasponti 2 rakenteessa elementin päissä on kolme, tai elementin eristepaksuudesta riippuen, useampi porraskorkeus. Yksi portaista on aina 15.5 mm korkea, sillä tämä on nykyisen walk-in-elementin pintalevyn kantin korkeus, ja näin ollen ratkaisussa pystytään käyttämään nykyistä pintalevymallia. Muiden portaiden mitat riippuvat elementin eristepaksuudesta. Elementin päätyjen porraskorkeus ei ole symmetrinen. Elementin päätyihin voidaan asettaa pikalukko tai pinna kuvan 7.8 osoittamiin kohtiin. Tämä mahdollistaa rakenteen käytön niin seinä-lattia/katto liitoksessa sekä lattia- ja kattoelementtien päätyjen liitoksessa. Elementin pitkällä sivuilla on vakiohuoneissa käytetty uros-naaras rakenne.



Kuva 7.9. seinän/katon liitos, lattian/lattian liitos elementtien päädyissä

7.4.1 Porrasrakenteen edut ja haitat

Edut

- Porrasrakenne toisi huomattavia etuja, eteenkin tuotannon näkökulmasta tarkastellen. Tärkeimpänä etuna olisi nykyisten lattia- ja kattoelementtien poistuminen tuotannosta. Nykyiset lattia- ja kattoelementit on vaikea valmistaa koska niihin tulee useita osia ja työvaiheita. Seuraavassa on lueteltu yhteen walk-in lattiaelementtiin tulevat osat ja verrattu tätä porrasrakenteiseen lattiaelementtiin.

Lattiaelementin osat:

1. Alapintalevy
2. Yläpintalevy
3. Pikalukot
4. Pinnat
5. Irtopinnat
6. Sivupäällinen
7. Päädyn levyosa
8. Päänpäällinen
9. Popniitit päänpäällisen kiinnitykseen
10. Puupalat lattian kantavuuden lisäämiseksi
11. Kovapalat pikalukkojen/pinnan kohdille
12. Eristenauha naaras ponttiin

Porrasrakenteisen lattiaelementin osat:

1. Alapintalevy
2. Yläpintalevy
3. Pikalukot
4. Pinnat
5. Puupalat lattian kantavuuden lisäämiseksi

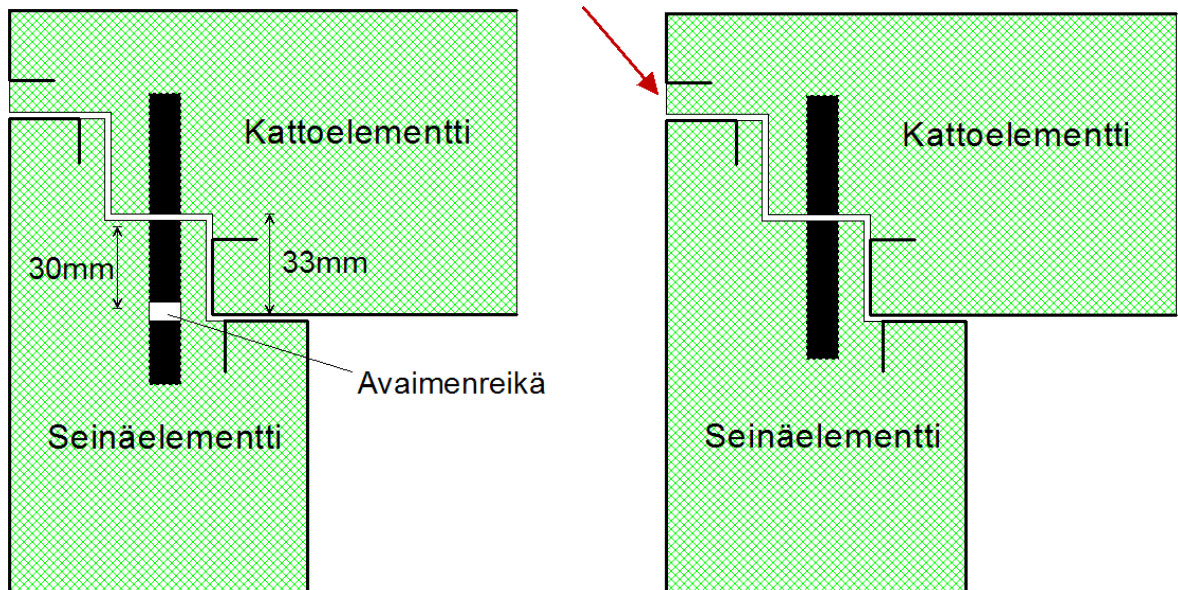
- Nykyiseen walk-in lattiaelementtiin tulee 12 osaa, kun porrasrakenteiseen lattiaelementtiin tulee vain 5 osaa. Lisäksi walk-in lattiaelementin valmistukseen tarvitaan enemmän työkaluja kuin porrasrakenteisen.
- Porrasrakenteella päästäisiin eroon nykyisistä kulmaelementeistä, jolloin kulmien korkeus ei enää rajoittuisi 3000 mm:iin ja ne voitaisiin valmistaa normaaleilla vaahdotuspuristimilla.
- Porrasrakenteessa ei ole osia jotka jouduttaisiin valmistamaan särmäämällä, vaan kaikki tarvittavat levyosat tulisivat levyradalta.
- Porrasrakenne toisi helpotusta kattoelementtien asennukseen, sillä kattoelementit asettuvat helposti portaiden ohjaamana seinäelementtien päälle.

- Pitkillä sivuilla käytetty uros-naaras pontti helpottaisi asennusta ja lisäisi paloteknisiä ominaisuuksia, kun pontissa ei ole kovapaloja eikä eristenuuhaa.

Haitat

Porras 1 rakenteessa seinän ja katon/lattian liitoksessa jäisi näkyville paljas uretaanipinta nykyisellä pintalevyissä käytetyllä kanttauksella. Yhden portaan korkeus on 100mm paksussa elementissä 33mm ja nykyisen päätykantin korkeus on 15.5mm. Joten nyt esille jäisi kuvassa 7.10 esitetty n.18mm korkea paljas uretaanipinta.

Porras 1 rakenteessa tulee myös ongelma huoneen asennuksessa nykyisillä pikalukoilla, sillä pikalukon avaimenreikä jää piiloon seinän ja lattian/katon liitoksessa. Nykyisessä lukossa avaimen reikä on 30mm päässä lukon yläreunasta. Kun porras, johon pikalukko kiinnitetty, on 33mm korkea, asettuu avaimenreikä liian korkealle, kuten kuvassa 7.10 on esitetty. Nyt pikalukon kiristystä ei voida suorittaa huoneen sisältä.



Kuva 7.10. porraspontti 1 ratkaisun ongelmakohdat

Porras 2 rakenteessa ei ole edellä mainittuja porras 1 rakenteen ongelmia. Porras 2 rakenteen ongelmana on epäsymmetristen päätyjen tuoma variaatioiden lisäys elementtimalleihin, joka alentaa tuotannon tehokkuutta. Porras 1 rakenteella elementtivariaatioita tulisi 6 kappaletta ja porras 2 rakenteella niitä tulisi 9 kappaletta, kun nykyisessä walk-in-tuotannossa elementtivariaatioita on 6. Lisäksi porras 2 rakenteessa oleva ohut ja pitkä porras on altis vaurioitumiselle valmistuksessa ja asennuksessa.

8. RATKAISUEHDOTUSTEN ARVOTUS

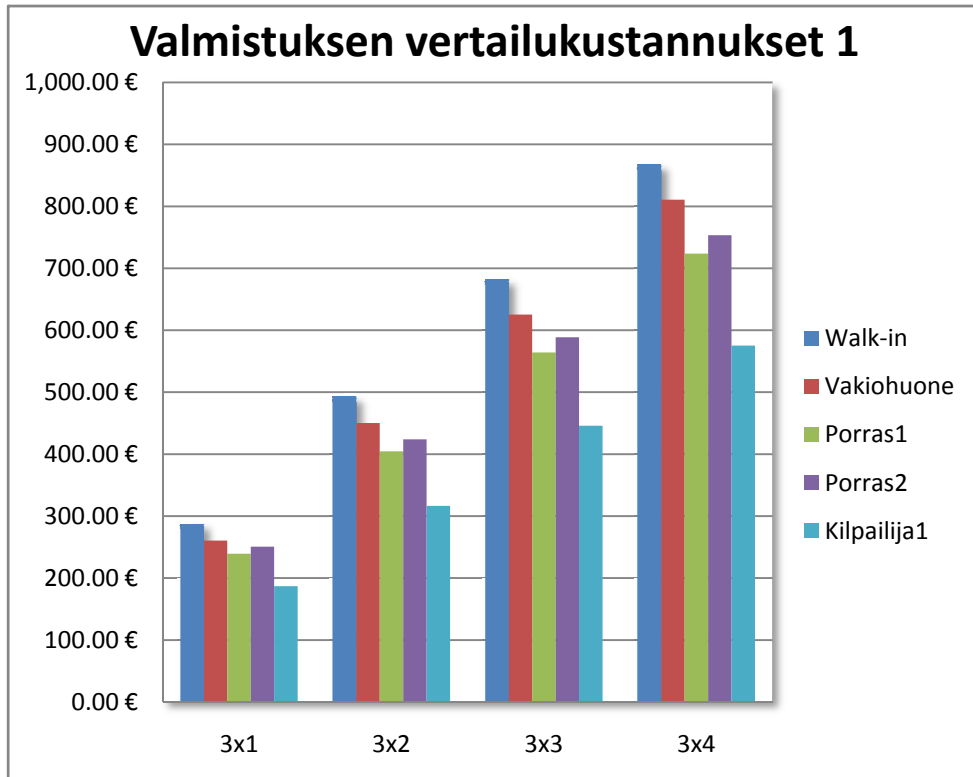
Ratkaisuiden vertailuun valittiin suoraan yksi kilpailijoiden ratkaisu sekä itse kehitelty porras ratkaisu. Näitä ratkaisuja verrattiin nykyisiin walk-in ja vakiohuone ratkaisuihin. Pistearvioinnin perustana käytettiin projektin alussa laadittua vaatimuslistaa. Kullekin ratkaisulle laskettiin myös vertailukustannukset neljälle eri huonekoolle. Vertailukustannuksia laskettaessa hyödynnettiin tuotannon seurannasta saatuja tuloksia, sekä tunnettuja materiaalikustannuksia. Uusien ratkaisujen kustannuksia laskettaessa, jouduttiin luonnollisesti tekemään arvio työnvaiheiden kestoista ja materiaalikustannuksista. Jotta vertailu olisi oikeudenmukainen, laskettiin kunkin ratkaisun toimivuus nykyisessä walk-in tuotannossa, jolloin elementtien mitat eivät ole vakioituja.

8.1 Ponttiratkaisuiden vertailukustannukset

Työn tarkoituksena oli selvittää valmistuskustannukset ja tarvittavien elementtien variaatiot, erikokoisille huoneille, valituilla ponttiratkaisuilla. Vertailu tehtiin neljälle huonekoolle, joiden lattioiden pinta-alat ovat 3x1, 3x2, 3x3 ja 3x4 elementtiä. Vertailemalla erikokoisia huoneita pyrittiin saamaan esiin elementtivariaatioiden määrän tuomat kustannukset kussakin ratkaisussa. Elementtien eristepaksuudeksi valittiin 100mm ja elementtien maksimi-levydeksi valittiin 1000mm ja maksimipituudeksi 4000mm. Vertailtavia ratkaisuja oli viisi: walk-in, vakiohuone, porras1, porras2 sekä kilpailijan 1 ratkaisu.

Vertailukustannuslaskentoja tehtiin kaksi kappaletta. Ensimmäisessä laskettiin vaahdotuspuristimella tapahtuvien työnvaiheiden tuomat vertailukustannukset. Näin pystytään vertailemaan valittujen ratkaisuiden tuomia kustannuseroja yhdellä, ponttiratkaisun kannalta, tärkeimmistä tuotannonvaiheista. Vaahdotuspuristimella tapahtuvan valmistuksen vertailukustannuksien laskennassa käytettiin tuotannon työnvaiheiden seurannasta saatuja tuloksia. Liitteessä 12 on esitetty vaahdotuspuristimella tapahtuvan valmistuksen vertailukustannuksissa käytetty taulukko nykyisellä walk-in ratkaisulla.

Valmistuksen vertailukustannuksissa on laskettu kunkin huonekoon vaatimat elementtien lukumäärät ja niiden variaatiot. Variaatioiden tuoma lisäaika pyrittiin arvioimaan työnvaiheiden seurannan tulosten perusteella. Kullekin elementille laskettiin keskimääräinen valmistusaika, jonka perusteella laskettiin yhden elementin valmistuskustannukset. Kunkin elementin kustannus kerrottiin tarvittavien elementtien määrällä, jolloin saatiin koko huoneen vertailukustannukset. Kuvassa 8.1 on esitetty kunkin ratkaisun vertailukustannukset kullekin huonekoolle.



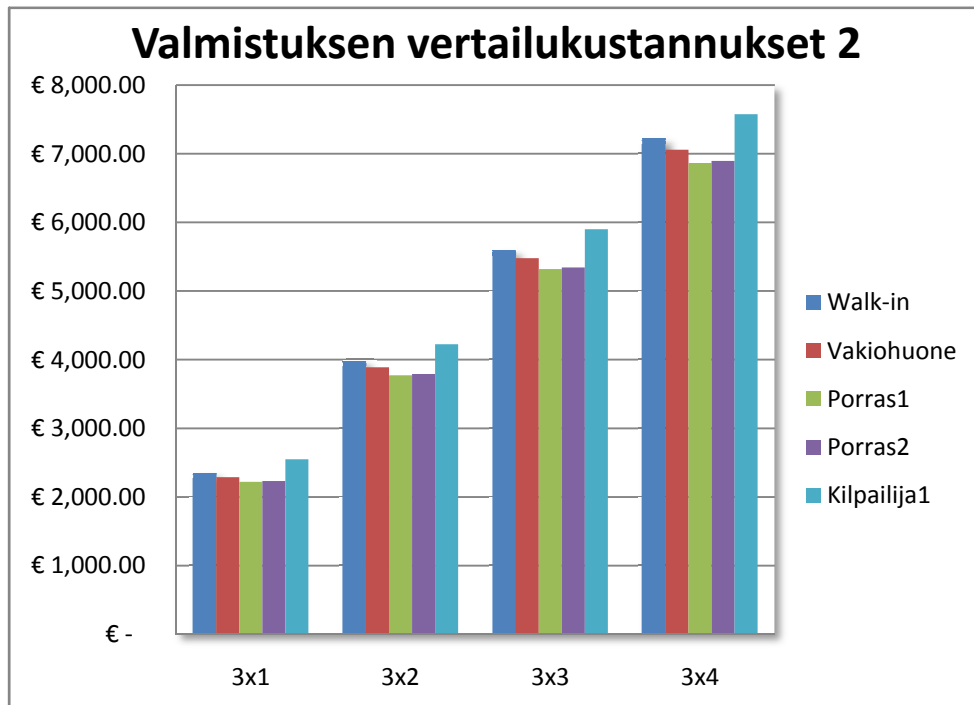
Kuva 8.1. valmistuksen vertailukustannukset 1 kullekin huonekoolle

Taulukosta 8.2 voidaan nähdä, että kilpailijan 1 ratkaisu on paras, kun huomioon otetaan vain vaahdotuspuristimella tapahtuvien työvaiheiden tuomat kustannukset. Porrasratkaisut ovat lähellä nykyistä vakiohuonetta ja walk-in on huomattavasti heikompi. Kilpailijan 1 ratkaisun tehokkuus perustuu elementtivarიაatioiden vähyteen. Kun variaatioita on vähän, vähenee valulistojen vaihtojen määrä.

Taulukko 8.2. valmistuksen vertailukustannukset 1

Kustannuserot (suhteessa nykyiseen walk-in ratkaisuun)				
Huonekoko	3x1	3x2	3x3	3x4
1. Walk-in	0	0	0	0
2. Vakiohuone	-10.00%	-9.00%	-7.00%	-7.00%
3. Porras1	-16.00%	-18.00%	-17.00%	-17.00%
4. Porras2	-13.00%	-14.00%	-14.00%	-13.00%
5. Isocab	-35.00%	-36.00%	-35.00%	-34.00%

Toinen vertailukustannusten laskenta suoritettiin samalla menetelmällä kuin ensimmäinen laskenta. Nyt vaahdotuspuristimella tapahtuvan valmistuksen tuomien kustannusten lisäksi taulukkoon lisättiin materiaalikustannukset ja tarvittavien lisäosien tuomat kustannukset. Materiaalikustannuksiin sisältyi elementtien pintalevyt, uretaani, pikalukot ja pinnat sekä tarvittavat peltiset lisäosat, kuten sivupäälliset ja päänpäälliset. Kilpailijan 1 käyttämän orsi- ja kulmaprofiilin kustannuksiksi valittiin vakiohuoneiden asennuksessa käytettävän sokkelin (kuva 6.16) valmistuskustannukset. Kuvassa 8.3 on esitetty kunkin ratkaisun vertailukustannukset kullekin huonekoolle.



Kuva 8.3. valmistuksen vertailukustannukset 2 kullekin huonekoolle

Kun laskentaan liitetään tarvittavat materiaalit sekä lisäosat, muuttuu tilanne merkittävästi. Taulukosta 8.4 nähdään, että kilpailijan 1 ratkaisu, menettää kustannustehokkuuttaan. Tämä johtuu pääosin ratkaisussa käytettävän orsi- ja kulmaprofiilin valmistuskustannuksista. Kilpailija 1 valmistaa profiilin PVC-muovista, mutta paloteknisistä syistä Huurteen huoneisiin profiili olisi valmistettava metallista. Tämä lisää profiilin valmistuskustannuksia huomattavasti. Valmistuskustannusten erot pienenevät kun laskentaan liitettiin materiaali ja lisäosien tuomat kustannukset. Porrasratkaisut saivat parhaat tulokset.

Taulukko 8.4. valmistuksen vertailukustannukset 2

Kustannuserot (suhteessa nykyiseen walk-in ratkaisuun)				
Huonekoko	3x1	3x2	3x3	3x4
1. Walk-in	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2. Vakiohuone	-2.40%	-2.30%	-2.00%	-2.20%
3. Porras1	- 5.30%	-5.30%	-4.90%	-4.90%
4. Porras2	-4.90%	-4.80%	-4.40%	-4.50%
5. Isocab	8.00%	6.00%	5.50%	4.90%

8.2 Pistearviointi

Pistearviointi (taulukko 8.5) muodostettiin listaamalla arvosteltavat ominaisuudet, määrittelemällä ominaisuuksien painokertoimet ja arvostelemalla ominaisuudet asteikolla 1-4, jossa arvosana 4 on paras. Painokertoimet muodostettiin siten, että painokertoimien summaksi saatiin 1. Näin varmistutaan painokertoimien vertailukelpoisuudesta. Arvosteltavat ominaisuudet jaettiin valmistus- ja teknisiin ominaisuuksiin, jotka molemmat jaettiin omiin arvoasteikkoihin, ja niiden summa määräsi lopullisen ratkaisun arvon. Arvosteltavat ominaisuudet valittiin projektin alussa laaditun vaatimuslistan pohjalta.

Taulukko 8.5. pistearviointiin käytetyt arviointikriteerit ja painokertoimet

Vaatimus	R1		R2		R3		R4		R5		R6		PK.
Valmistus-ominaisuudet													
Katto- ja lattiaelementin valmistus	1	0.20	2	0.40	1	0.2	4	0.80	4	0.80	4	0.80	20%
Seinäelementin valmistus	3	0.75	3	0.75	3	0.75	3	0.75	3	0.75	4	1.00	25%
Vähän osia	1	0.15	2	0.30	1	0.15	4	0.60	2	0.30	3	0.45	15%
Variaatioiden vähyys	2	0.30	1	0.15	1	0.15	3	0.45	2	0.30	3	0.45	15%
Tiivis valettaessa	3	0.60	2	0.40	2	0.4	2	0.40	2	0.40	2	0.40	20%
Valu ilman solumuovia	2	0.10	2	0.10	2	0.1	2	0.10	2	0.10	2	0.10	5%
Yhteensä (valmistus)	2.10		2.10		1.8		3.10		2.65		3.20		100%
Tekniset ominaisuudet													
Paloteknisyys	1	0.20	2	0.40	2	0.4	2	0.40	2	0.40	1	0.20	20%
Moduloituvuus	1	0.15	2	0.30	1	0.15	2	0.30	2	0.30	3	0.45	15%
Mahdollisuus eri eristevahvuuksille	4	0.40	4	0.40	4	0.4	4	0.40	4	0.40	2	0.20	10%
Toimivuus eri vahvuisilla pelleillä 0,35-1,0mm	4	0.40	4	0.40	4	0.4	4	0.40	4	0.40	2	0.20	10%
Asennusystävällisyys	2	0.30	4	0.60	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45	15%
Sauman eristävyys	2	0.30	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45	2	0.30	15%
Mekaaninenkestävyys	4	0.40	4	0.40	3	0.3	2	0.20	2	0.20	1	0.10	10%
Sahattavuus ja muu jälkityöstö	3	0.15	3	0.15	3	0.15	3	0.15	3	0.15	3	0.15	5%
Yhteensä (tekniinen)	2.30		3.10		2.7		2.75		2.75		2.05		100%
Yhteensä	4.4		5.2		4.5		5.85		5.4		5.3		
Sijoitus	6		4		5		1		2		3		

R1 = nykyinen walk-in ratkaisu, R2 = nykyinen vakiohuone ratkaisu,

R3 = nykyinen vakiohuone ratkaisu walk-in tuotantoon, R4 = porras 1 ratkaisu

R5 = porras 2 ratkaisu, R6 = kilpailijan 1 ratkaisu

Pistearvioinnista parhaat tulokset saivat ratkaisut R4 ja R5. Suoritettujen vertailuiden ja arvotusten perusteella jatkokehittelyyn otettiin porras1 ratkaisu.

9. VALITUN RATKAISUEHDOTUKSEN TESTAUS

Seuraavana vaiheena oli valitun ratkaisun testaus, jotta pystytään paikantamaan mahdolliset ongelmat, jotka jäivät suunnitteluvaiheessa huomioimatta. Testausmenetelmäksi valittiin koehuoneen valmistus, jotta nähdään miltä paljas uretaaniura näyttää, sekä voidaanko porraskanteisia elementtejä valmistaa nykyisillä tuotannonvälineillä. Koehuoneen testaus tapahtui uudella ponttiratkaisulla Huurteen testilaboratoriossa. Koehuoneen mitoiksi valittiin: korkeus 2.7m, leveys 2m ja syvyys 2m. Koehuoneen testauksen tavoitteena oli saada tuloksia valitun ponttiratkaisun toimivuudesta seuraaville vaatimuksille: asennettavuus/purettavuus, rakenteellinen kestävyys ja eristävyys.

Ensimmäisenä vaiheena oli elementtien työkuviin laatiminen Vertex-3D ohjelmistolla. Koehuoneesta laadittiin kokonaiskuva, jonka perusteella nähtiin tarvittavien elementtien määrä ja niiden koko. Lopulliset elementtien työkuvat jouduttiin laatimaan käsin, sillä uudelle pontille ei luonnollisesti ollut työkaluja huonesuunnittelussa, joten pikalukkojen ja pintojen jako tehtiin manuaalisesti. Tarvittavista valulistoista laadittiin Vertex-kuvat. Valulistat valmistettiin itse, kustannusten minimoimiseksi. Koehuoneen asennuksessa oli mukana kaksi asentajaa, jotka asentavat nykyisiä Huurre kylmähuoneita. He antoivat omia mielipiteitä ja neuvoja mahdollisiin ongelmiin ja parannuksiin. Liitteessä 13 on esitetty kuvia koehuoneen valmistuksesta.



Kuva 9.1. valmis koehuone

9.1 Tulokset

Koehuoneen valmistuksessa otettiin ylös tärkeitä valmistuksellisia ja teknillisiä ominaisuuksia, jotka vaikuttivat tuotannon työnvaiheisiin sekä asennukseen.

Vaihe 1 – Yksittäisen elementin testaus

- Valulistat on suojattava rasvalla, sillä solumuovi ei myötäile porraskrakennetta.
- Elementit olivat valettaessa tiiviitä, vaikka puusta valmistetut valulistat eivät vastaa normaalien alumiinisten valulistojen toleransseja.
- Elementin porrask rakenne kesti hyvin liikuttelua.
- Elementin valmistus ei tuo muutoksia levyradan toimintaan.

Vaihe 2 – Asennettavuus/purettavuus

- Lattian asennus oli yksinkertaista ja nopeaa.
- Sivuttaissuuntaisen tuen puuttuminen vaikeutti seinäelementtien asennusta lattian päälle → seinäelementti valahti pois lattiaelementin päältä
- Seuraavien seinäelementtien asennus oli helpompaa.
- Kattoelementtien asennus oli yksinkertaista ja nopeaa.
- Pikalukkoja jouduttiin kiristämään myös huoneen ulkopuolelta.
- Paljas uretaanipinta tuo kosmeettisen ongelman.

Merkittävin löydetty ongelma oli pikalukkojen kiristyksen mahdottomuus huoneen sisältä. Huurre Insulation Oy:llä oli diplomityötä aloitettaessa yhteistyötä erään muovituoteratkaisuja tarjoavan yrityksen kanssa. Yhteistyön lähtökohtana oli uuden pikalukkomallin suunnittelu Huurteen käyttöön. Diplomityön edetessä kävikin ilmi että yhteistyötä ei jatkettu, vaan tulevaisuudessa käytettäväksi pikalukkomalliksi, valittiin halvempi valmis ratkaisu, jossa lukonreikä on myös 30mm kohdalla pikalukon yläpäästä.

Porraspontti 2 rakenne toisi ratkaisun sekä pikalukon että paljaan uretaanipinnan asettamaan ongelmaan. Jos näihin ongelmiin ei löydy vaihtoehtoisia ratkaisua, tulee porraspontti 2 ratkaisu syrjäyttämään porraspontti 1 ratkaisun.

10. PROSESSIN UUSIMINEN

Uuden ponttiratkaisun saattaminen tuotantoon on todella laaja ja monimutkainen prosessi. Pontin uusiminen vaikuttaisi koko tuotanto- ja toimitusketjuun. Huurre-elementti on yksi Huurre Insulation Oy:n päätuotteista, joten sen tuotantomäärät ovat suuria ja laaja asiakaskanta asettaa vaatimuksia tuotteiden uudistamiselle. Uusi ratkaisu sisältää aina omat riskinsä, osa riskeistä voidaan havaita jo tuotteen kehittelyvaiheessa, mutta osa pystytään löytämään vasta kun tuote on tuotannossa.

Huonesuunnittelu

Uusi pontti toisi muutoksia huonesuunnittelijoiden käyttämiin ohjelmiin, sillä uusi pontti toisi uudet rakennekuvat, joiden perusteella suunnittelija laatisi tilatun huoneen. Huonesuunnittelijat laativat huoneeseen tarvittavien elementtien määrän sekä pikalukkojen ja pintojen jaottelun.

Tuotekehitys

Tuotekehitysosastolla on tällä hetkellä satoja erilaisia ratkaisuja kylmähuoneissa sattuneiden ongelmien korjaukseen. Uusi ponttiratkaisu toisi mahdollisia uusia ongelmia, joihin ei tuotekehitysosastolla ole yhtä vankkaa kokemusta ja tietopohjaa. Tuotekehityksen tuloksena vuosien saatossa syntyneet varaosat ja menetelmät eivät välttämättä sovellu uudelle ponttiratkaisulle.

Tuotanto

Tuotannonvaiheista uusi ponttiratkaisu toisi merkittävimmän muutoksen vaahdotuspuristimen työnvaiheisiin. Uusi ponttiratkaisu toisi muutoksia elementtien työkuviin sekä elementin valmistuksen työnvaiheisiin. Työntekijöiden on opetettava uudet menetelmät ja uusien työkalujen käyttö. Ponttiratkaisun vaihto toisi muutoksia myös elementtien pakkaukseen. Uusi ponttirakenne voi aiheuttaa muutoksia elementin liikutteluun ja pakkausjärjestykseen.

Asennus

Kuten projektin aikana tuli useasti esille, uusi ponttiratkaisu vaikuttaa merkittävästi kylmähuoneiden asentamiseen. Uuden pontin rakenne voi estää jonkin vanhan asennusmenetelmän käytön, jolloin asentajien on opetettava uusia menetelmiä ja mahdollisten uusien työkalujen käytön.

Myynti

Myynnin kannalta uuden ratkaisun käyttöönotto tarkoittaa asiakkaiden hyväksynnän saamista uudelle tuotteelle, joka useissa tapauksissa on todella vaikeaa. Uusi ponttiratkaisu vaikuttaa myös tuotteen valmistuksen kustannuksiin. Joten myynnin on saatava informaatio uuden tuotteen kustannuksista, jotta pystytään tekemään tarkkoja tarjouksia asiakkaille.

11. JATKOKEHITYSSUUNNITELMAT

Porrasponti 1 ratkaisussa esille tulleet pikalukko-ongelmaan pyritään löytämään ratkaisu tai siirrytään käyttämään porrasponti 2 ratkaisua. Porrasponti 2 ratkaisussa tulee selvittää ohuen portaen kestävyys valmistuksessa ja asennuksessa. Asennuksen helpottamiseksi lattian ja seinän liitokseen tulisi löytää sivuttaissuuntainen tuki. Diplomityössä testattiin pienen huoneen toimivuus, mutta porraskenteen toimivuus tulee testata myös suuremmissa elementeissä sekä ahtaammissa asennustiloissa.

Tuleva ”Kantavat metalliohutlevypintaiset eristävät sandwich-elementit” standardi EN 14509 asettaa myös omat vaatimuksensa jatkokehittelylle, sillä diplomityötä tehtäessä standardi ei ollut vielä lopullisesti valmis, eikä testattavista ominaisuuksista ja testimenetelmistä ollut kattavaa tietoa yrityksen käytettävissä. Joten lopullisia ja täydellisiä standardin asettamia vaatimuksia ponttiratkaisulle ei pystytty käsittelemään tässä diplomityössä.

Huurre Insulation Oy:llä on käynnissä myös vakiointiprojekti, jolla pyritään vähentämään tuotteissa esiintyvää mittojen ja materiaalien variaatiota. Uusi ponttiratkaisu on askel kohti vakioituvampaa tuotetta, mutta varsinkin walk-in-elementtien suuri dimensioiden vaihtuvuus, vaikeuttaa vakioinnin toimivuutta elementtituotannossa. Yksi tärkeistä jatkokehityssuunnitelmista on pyrkiä vakioimaan walk-in-elementtien rakennetta ja mittoja, joka helpottaisi tuotetietojen hallintaa ja lisäisi tuotannon tehokkuutta.

Rakennesuunnittelun lisäksi tässä diplomityössä suoritettiin tuotannonseuranta elementti-valun osalta. Jatkokehityssuunnitelmana on suorittaa laajemmat ja tarkemmat tuotantoprosessin erivaiheiden jalostusarvot sekä kartoittaa lisää mahdollisia tuotantoprosessin ongelmakohtia. Näin pystytään saamaan tarkempia ja laajempia tuloksia, joita hyödyntää ponttiratkaisuiden arvotuksessa.

Elementin rakenteen muuttuessa tulee kiinnittää huomiota myös niiden kuljetusmahdollisuuksiin tehtaalta asiakkaalle. Tällä hetkellä elementtikolleja mahtuu kuljettamaan rekka-autoon kaksi vierekkäin, mutta tulevaisuudessa rekkojen lavojen leveyksiä saatetaan lakimuutoksen mukaan kaventaa, joka asettaa uusia vaatimuksia kollien kokoon. Tähän ongelmaan tulee paneutua elementtien pakkausjärjestystä ja materiaaleja suunniteltaessa.

12. TYÖN TULOKSET JA ARVIOINTI

Uuden ponttiratkaisun tuotekehityksessä keskityttiin lähinnä rakennesuunnitteluun tuotannon ja standardien asettamien vaatimusten perusteella. Luonnollisesti on hyvin vaikeaa löytää ratkaisua, joka täyttäisi kaikki asetetut vaatimukset. Vaatimuksia on hyvä priorisoida ja ne on oltava selkeitä projektin aikana, jotta projektin tavoitteet eivät kasva liian suureksi ja monimutkaiseksi. Aikatauluun suhteutettuna projektin laajuus ja resurssien pienuus johti siihen, ettei lopullista päätöstä löydetyn pioneeriratkaisun käyttöön otosta voitu tehdä. Ratkaisuun jäi muutama rakenteellinen ongelma, joihin ei ehditty löytämään toimivaa ratkaisua diplomityön aikana.

Työn tuloksena saatiin tuotannon näkökulmasta katsottuna toimiva ratkaisuehdotus. Löydetty ponttiratkaisu poistaisi monia tuotannon ongelmia. Tuotannon tehokkuutta voidaan luonnollisesti lisätä monella tavalla. Tässä työssä keskityttiin ja löydettiin ratkaisu tuotannon ongelmakohtiin, joihin pystytään juuri ponttiratkaisulla suoraan vaikuttamaan.

Yksi työn tavoitteista oli löytää ratkaisu, joka soveltuu molempiin muottivaluelementteihin. Kehitely porrask rakenne soveltuu walk-in- ja vakiohuoneisiin, sillä rakenne toimii pienissä ja suurissa elementeissä.

Ponttiratkaisun tuotekehitysprojektin avulla saatiin selville kilpailijoiden käyttämiä ratkaisuja ja niiden hyviä ja huonoja puolia. Vertailukustannusten avulla saatiin selvitettyä nykyisten Huurre-elementtien kustannustehokkuus verrattuna vaihtoehtoihin ratkaisuihin.

Diplomityön aikana tutustuttiin myös patenttihakemuksen kulkuun. Löydetylle ratkaisulle haettiin Tampereen Patenttitoimiston avulla hyödyllisyysmallia, joka on osa patenttihakemusta.

13. YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kehittää uusi ponttiratkaisu Huurre Insulation Oy:n kylmähuone-elementeille. Tavoitteena työssä oli hyödyntää yleisiä tuotekehitysmenetelmiä ja löytää ponttiratkaisu, joka täyttää kylmähuone-elementeille asetetut vaatimukset ja määräykset. Työn tavoitteena oli löytää uusi ratkaisu, joka parantaisi Huurre-elementtien laatua sekä elementtituotannon tehokkuutta.

Rakennesuunnittelussa lähdettiin kehittämään nykyistä tuotannossa olevaa tuotetta. Uusien ratkaisuehdotuksien hakuun käytettiin kilpailijoiden benchmarkkausta sekä aivoriihiä omien ideoiden kehittelyyn. Peruslähtökohtana olivat pikalukkoihin perustuvat kiinnitysratkaisut. Rakennesuunnittelussa pyrittiin löytämään ratkaisu, jolla saatiin elementin rakenne tuotanto- sekä asennusystävällisemmäksi.

Työssä perehdyttiin kylmähuone-elementeille suoritettavaan polttotestiin. Polttotestin kulku ja sen ponttiratkaisulle asettamat vaatimukset selvitettiin. Työssä käytiin läpi myös Huurre-elementeille suoritettut polttotestit ja niiden tulokset.

Tuotannon ongelmakohtien löytämiseksi työssä suoritettiin tuotannon työnvaiheidenseuranta. Seurannan tuloksien avulla pystyttiin löytämään kustannustehottomat tuotteet ja työnvaiheet, joihin uudella ponttiratkaisulla pystytään vaikuttamaan.

Työssä vertailtiin valittuja ponttiratkaisuja arvoanalyysillä sekä valmistuskustannusten perusteella. Vertailujen perusteella valittiin ratkaisuehdotus, jolla projektin lopuksi valmistettiin koehuone Huurteen testilaboratoriossa.

Uuden ponttiratkaisun tuotetietouden hallintaa varten mallinnettiin elementtien, sekä valussa käytettävien valulistojen, eri rakennemallit Vertex 3D-ohjelmistolla. Mallinnuksen avulla saavutettiin suuri hyöty osien yhteensopivuuden ja valmistettavuuden huomioon ottamisessa sekä koehuoneen valmistuksessa. Vertex 3D-malleja käytettiin myös hyväksi esiteltäessä uutta ratkaisua tytäryhtiölle ja asiakkaille.

14. LÄHTEET

CEN standardoimisjärjestö: Standardi prEN 14509:2002. [104s.]

Czinkota, Ronkainen, International Marketing, USA 1988. [815s.]

Gerhard Pahl ja Wolfgang Beitz: Koneensuunnitteluoppi – toinen painos MET. [608s.]

Haverila M. Ja Saarikorpi J., 1994. Markkinointi. Infacs Johtamistekniikka Oy. Tampere. [372s.]

Jaana, Pullola. Rakennuspolyuretaaniteollisuuden asiamies. Ylöjärvi. Haastattelu 6.3.2009

Karl T. Ulrich ja Steven D. Eppinger: 2000. Product Design and Development – 2nd. Ed. [358s]

Leila Lotti, Markkinointitutkimus, Espoo 1982. [301s.]

Rakennuspolyuretaaniteollisuus [www-sivut] [viitattu 20.9.2009] Saatavissa:
<http://www.polyuretaani.com/>

Raoul Johnsson: Yrityksen tuotekehitysopas 1986 Business Books, Helsinki. [120s.]

SFS ry. EU ja Standardisointi. [www-sivut] [viitattu 16.9.2009] Saatavissa:
<http://www.sfs.fi/lainsaadanto/index.html>

SFS ry. Standardisointi. [www-sivut] [viitattu 23.9.2009] Saatavissa:
http://www.sfs.fi/standardisointi/tietoa_standardeista/

Tanskanen, K. Et al. 1990. Tuotteen järjestelmällinen suunnittelu. Suomen Metalli-, kone- ja Sähköteknisen Teollisuuden Keskusliitto (MET). [128s.]

Tapani Jokinen: Tuotekehitys toinen painos 1991 Otatieto Oy. [203s.]

Tapani Jokinen: Tuotekehitys 1987 Otakustantamo. [199s.]

Välimaa V., Kankkunen M. Lagerroos O. Ja Lehtinen M. 1994. Tuotekehitys – asiakastarpeesta tuotteeksi, Painatuskeskus Oy, Helsinki. [174s.]

patentit, hyödyllisyysmallit, tavaramerkit ja mallit
 Patent, nyttighetsmodeller, varumärken och mönster
 Patents, Utility Models, Trademarks and Designs

TAMPEREEN
 PATENTTITOIMISTO

SUOMI
 FINLAND

SIIRTO

Täten vahvistetaan,
 että oikeus

Suomessa seuraavaan

- ☒ keksintöön
☒ prioriteettiin
☐ patenttihakemukseen
☐ patenttiin
☒ hyödyllisyysmallihakemukseen
☐ hyödyllisyysmalliin
☐ tavaramerkkihakemukseen
☐ tavaramerkkiin
☐ malliin

nimittäin

ÖVERLÅTELSE

Härmed bekräftas,
 att rätten

för Finland till följande

- ☐ uppfinning
☐ prioritet
☐ patentansökan
☐ patent
☐ nyttighetsmodellansökan
☐ nyttighetsmodell
☐ varumärkesansökan
☐ varumärke
☐ mönster

nämligen

ASSIGNMENT

Hereby it is confirmed
 that the right

for Finland to the following

- ☐ invention
☐ priority
☐ patent application
☐ patent
☐ utility model application
☐ utility model
☐ trademark application
☐ trademark
☐ design

namely

on siirretty:

2. heinäkuuta 2009

(siirron päivämäärä)

har överlåtits:

(överlåtelседatum)

has been assigned:

(actual date of assignment)

siirron saajan
 nimi ja osoite:

Huurre Insulation Oy
 HUURREN 13
 PL 127
 33101 TAMPERE

överlåtelsetagarens
 namn och adress:

name and address
 of assignee (typed):

Ylöjärvi 7.7.09 Perttu Sosa

Paikka, päiväs ja
 siirtäjän allekirjoitus

Ort, datum och
 överlåtarens underskrift

Place, date and
 assignor's signature

No legalization

Table 1 — Classes of reaction to fire performance for construction products excluding floorings

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
A1	prEN ISO 1182 ⁽¹⁾	$\Delta T \leq 30$ °C; and $\Delta m \leq 50$ %; and $t_f = 0$ (i.e. no sustained flaming)	-
	and prEN ISO 1716	$PCS \leq 2,0$ MJ/kg ⁽¹⁾ and $PCS \leq 2,0$ MJ/kg ⁽²⁾ (2a) and $PCS \leq 1,4$ MJ/m ² ⁽³⁾ and $PCS \leq 2,0$ MJ/kg ⁽⁴⁾	-
A2	prEN ISO 1182 ⁽¹⁾	$\Delta T \leq 50$ °C; and $\Delta m \leq 50$ %; and $t_f \leq 20$ s	-
	or prEN ISO 1716	$PCS \leq 3,0$ MJ/kg ⁽¹⁾ and $PCS \leq 4,0$ MJ/m ² ⁽²⁾ and $PCS \leq 4,0$ MJ/m ² ⁽³⁾ and $PCS \leq 3,0$ MJ/kg ⁽⁴⁾	-
	and EN 13823	$FIGRA \leq 120$ W/s and $LFS < \text{edge of specimen}$ and $THR_{600s} \leq 7,5$ MJ	Smoke production ⁽⁵⁾ and Flaming droplets/particles ⁽⁶⁾
B	EN 13823	$FIGRA \leq 120$ W/s and $LFS < \text{edge of specimen}$ and $THR_{600s} \leq 7,5$ MJ	Smoke production ⁽⁵⁾ and Flaming droplets/particles ⁽⁶⁾
	and prEN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
C	EN 13823	$FIGRA \leq 250$ W/s and $LFS < \text{edge of specimen}$ and $THR_{600s} \leq 15$ MJ	Smoke production ⁽⁵⁾ and Flaming droplets/particles ⁽⁶⁾
	and prEN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
D	EN 13823	$FIGRA \leq 750$ W/s	Smoke production ⁽⁵⁾ and Flaming droplets/particles ⁽⁶⁾
	and prEN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
E	prEN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 15 s	$F_s \leq 150$ mm within 20 s	Flaming droplets/particles ⁽⁷⁾
F	No performance determined		

⁽¹⁾ For homogeneous products and substantial components of non-homogeneous products

⁽²⁾ For any external non-substantial component of non-homogeneous products

^(2a) Alternatively, any external non-substantial component having a $PCS \leq 2,0$ MJ/m², provided that the product satisfies the following criteria of EN 13823: $FIGRA \leq 20$ W/s, and $LFS < \text{edge of specimen}$, and $THR_{600s} \leq 4,0$ MJ, and s1, and d0

⁽³⁾ For any internal non-substantial component of non-homogeneous products

⁽⁴⁾ For the product as a whole

⁽⁵⁾ In the last phase of the development of the test procedure, modifications of the smoke measurement system have been introduced, the effect of which needs further investigation. This may result in a modification of the limit values and/or parameters for the evaluation of the smoke production.

s1 = $SMOGRA \leq 30$ m²/s² and $TSP_{600s} \leq 50$ m²; s2 = $SMOGRA \leq 180$ m²/s² and $TSP_{600s} \leq 200$ m²; s3 = not s1 or s2

⁽⁶⁾ d0 = No flaming droplets/ particles in EN 13823 within 600 s;

d1 = No flaming droplets/ particles persisting longer than 10 s in EN 13823 within 600 s;

d2 = not d0 or d1;

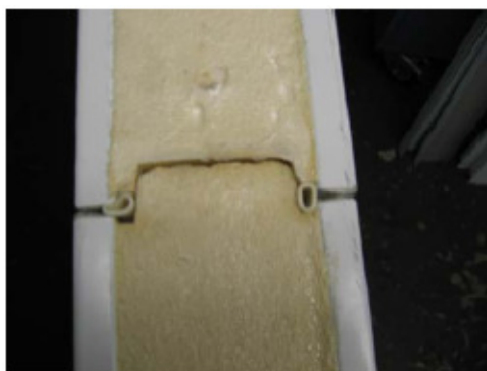
Ignition of the paper in prEN ISO 11925-2 results in a d2 classification

⁽⁷⁾ Pass = no ignition of the paper (no classification);

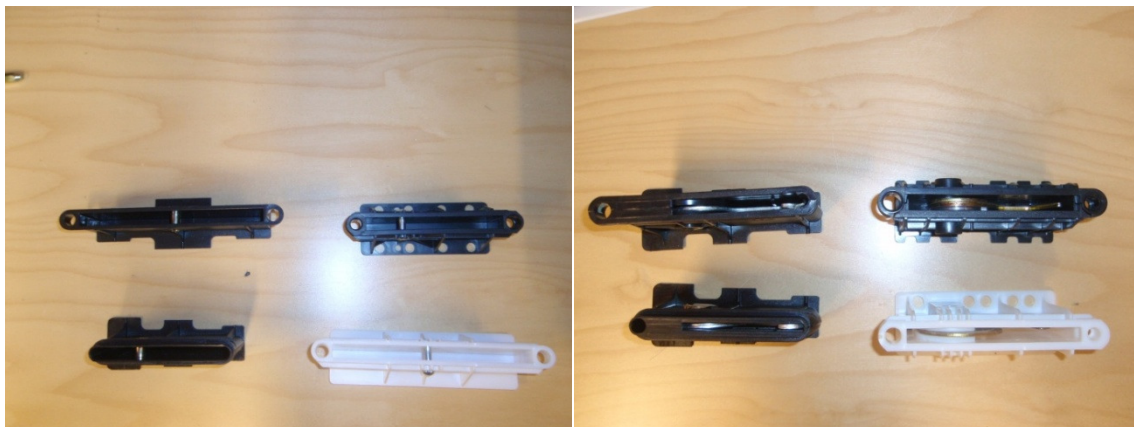
Fail = ignition of the paper (d2 classification)

⁽⁸⁾ Under conditions of surface flame attack and, if appropriate to the end-use application of the product, edge flame attack.

Liite 3



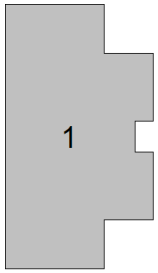
Pikalukko



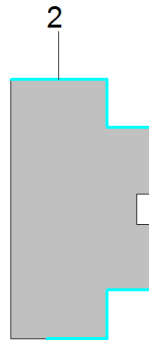
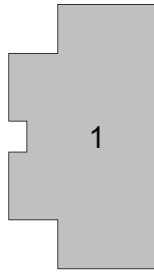
Pinna



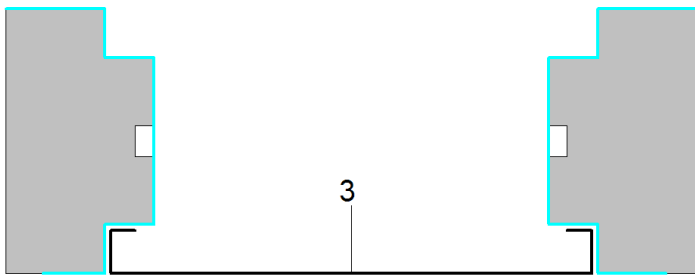
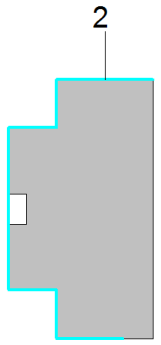
Liite 5



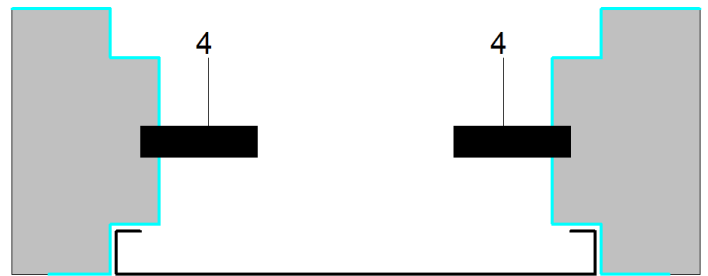
1 = valulistat



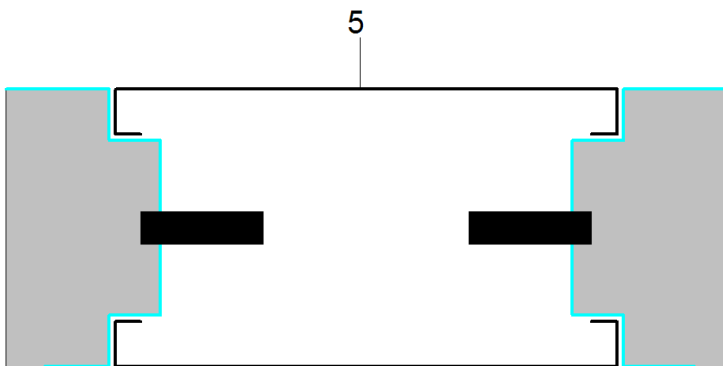
2 = solumuovi



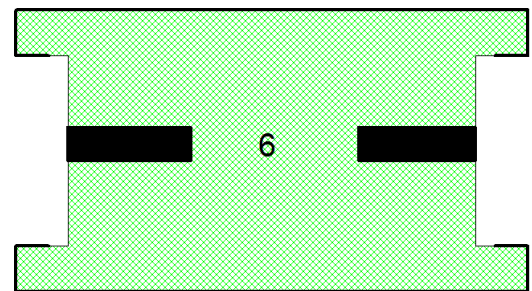
3 = pintalevy



4 = pikalukko/pinna

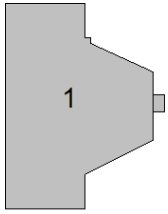


5 = pintalevy

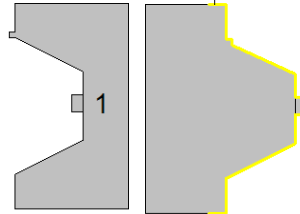


6 = eristeaine

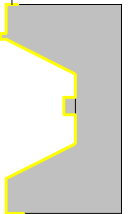
Liite 6



1 = valulistat



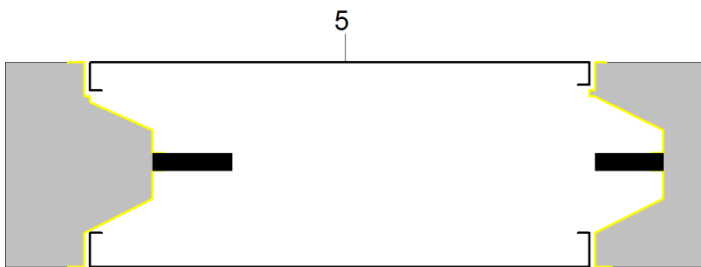
2 = valulistoja suojaava rasva



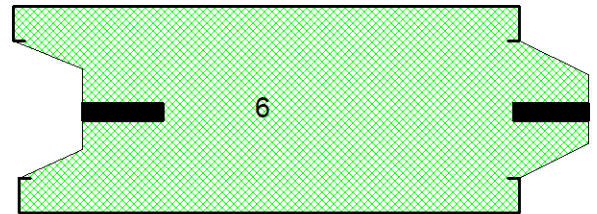
3 = pintalevy



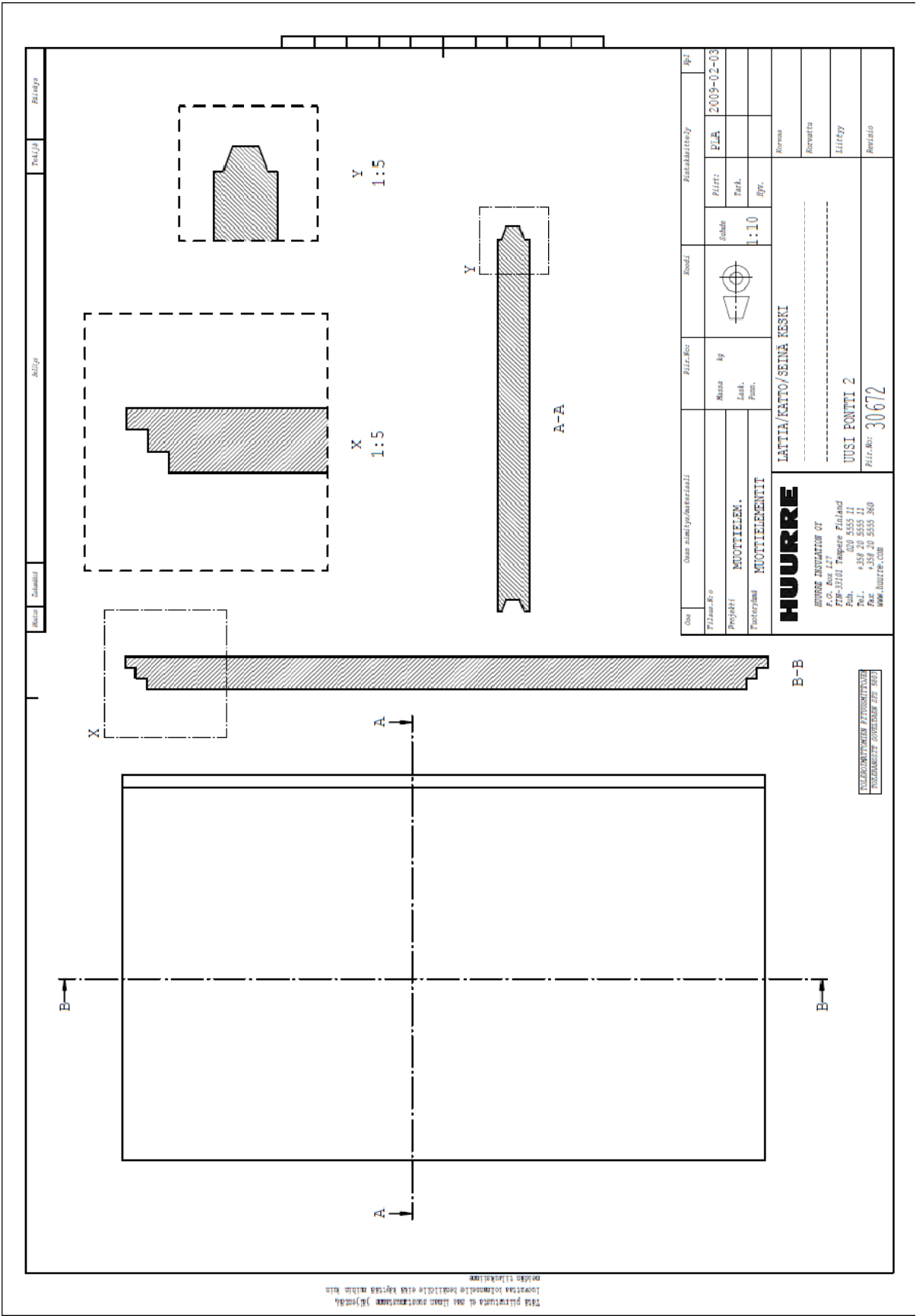
4 = pikalukko/pinna

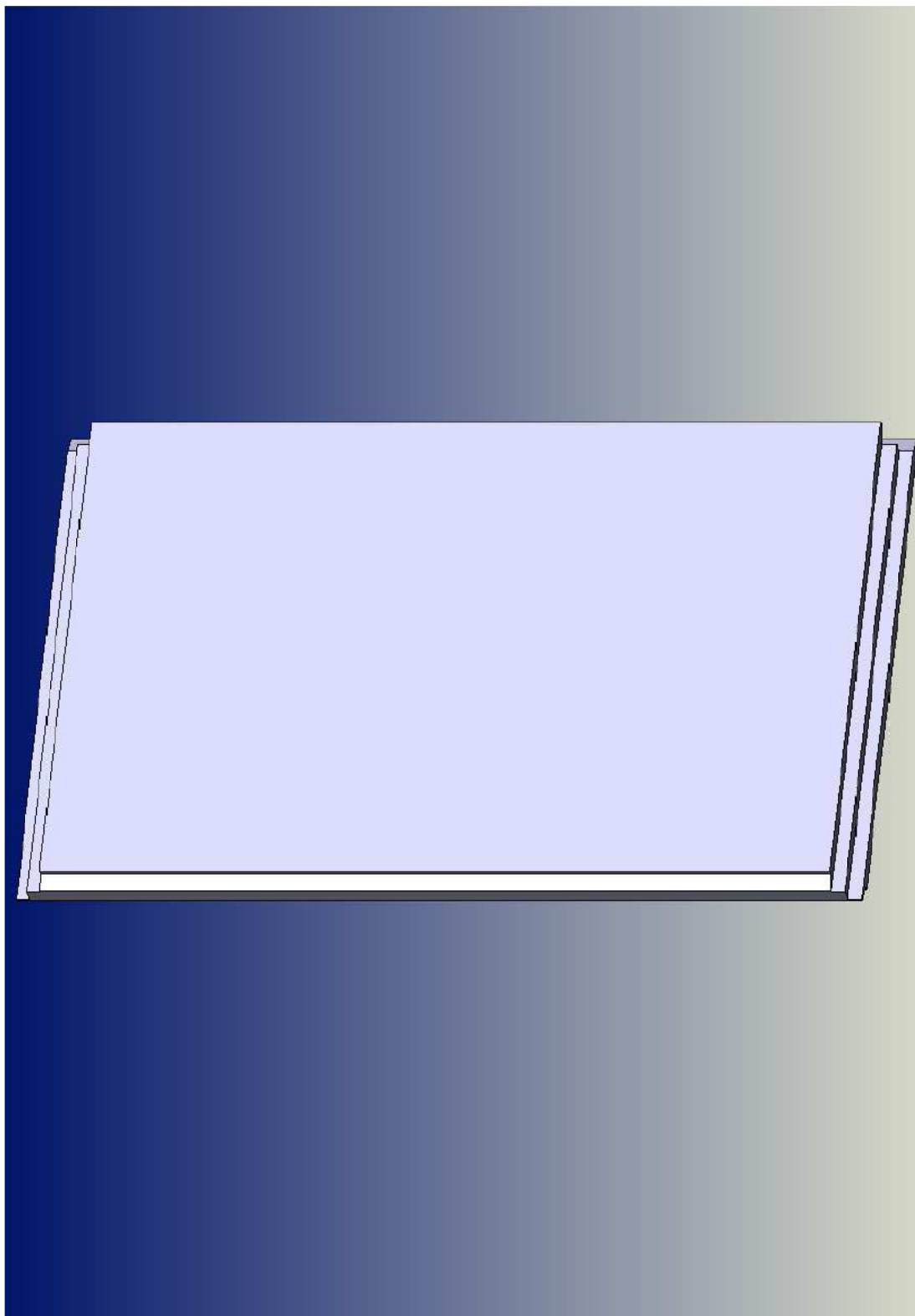


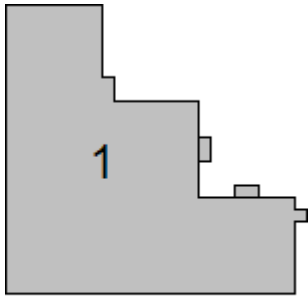
5 = pintalevy



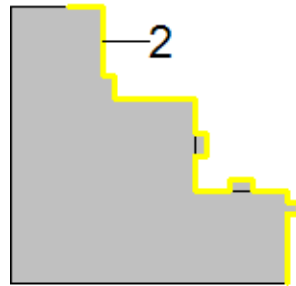
6 = eristeaine



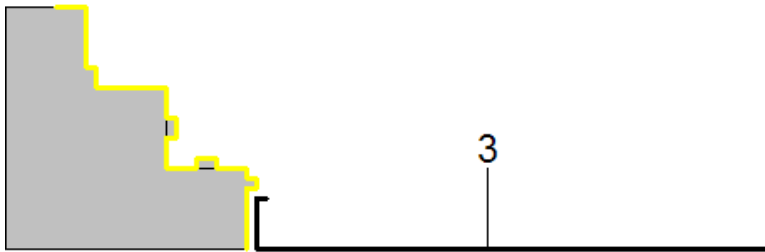




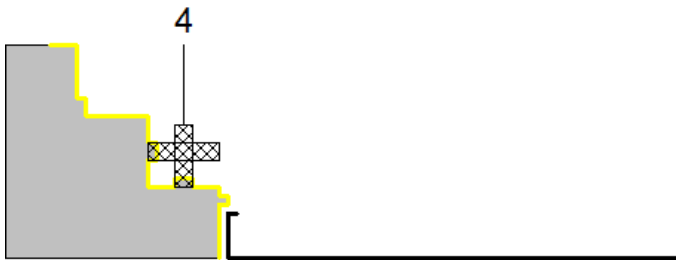
1 = valulista



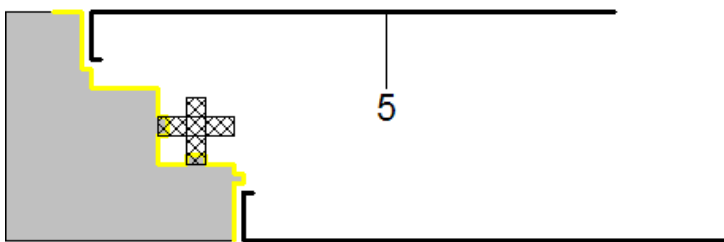
2 = valulistoja suojaava rasva



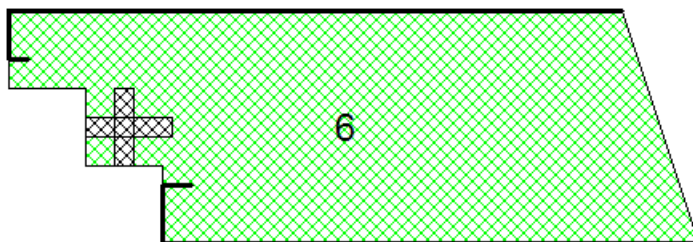
3 = pintalevy



4 = pikalukko/pinna



5 = pintalevy



6 = eristeaine

Pontti	Huone	Dimensiot (m)	Elementit	Variaatiot	Variaation tuoma lisäaika (h)	Variaation tuoma lisähinta	Määrä	Valmistusaika/ elementti (h)	Työn hinta/h	Valmistushinta/ elementti	Valmistushinta/ huone
Walk-in	3x1	3x4x2.5	Seinä	1	0.133	2.8595 €	10	0.480	21.50 €	10.32 €	106.06 €
			Kulma	1	0.17	3.655 €	4	0.500	21.50 €	10.75 €	46.66 €
			Lattia	3	0.17	10.965 €	3	0.980	21.50 €	21.07 €	74.18 €
			Katto	0	0.17	0 €	3	0.930	21.50 €	20.00 €	59.99 €
			Yhteensä	5						Yhteensä:	286.87 €
Walk-in	3x2	3x8x2.5	Seinä	1	0.133	2.8595€	18	0.480	21.50 €	10.32 €	188.62 €
			Kulma	1	0.17	3.655€	4	0.500	21.50 €	10.75 €	46.66 €
			Lattia	3	0.17	10.965€	6	0.980	21.50 €	21.07 €	137.39 €
			Katto	0	0.17	0€	6	0.930	21.50 €	20.00 €	119.97 €
			Yhteensä	5						Yhteensä:	492.63 €
Walk-in	3x3	3x12x2.5	Seinä	1	0.133	2.8595€	28	0.480	21.50 €	10.32 €	291.82 €
			Kulma	1	0.17	3.655€	4	0.500	21.50 €	10.75 €	46.66 €
			Lattia	4	0.17	14.62€	8	0.980	21.50 €	21.07 €	183.18 €
			Katto	0	0.17	0€	8	0.930	21.50 €	20.00 €	159.96 €
			Yhteensä	6						Yhteensä:	681.61 €
Walk-in	3x4	3x16x2.5	Seinä	1	0.133	2.8595€	38	0.480	21.50 €	10.32 €	395.02 €
			Kulma	1	0.17	3.655€	4	0.500	21.50 €	10.75 €	46.66 €
			Lattia	4	0.17	14.62€	10	0.980	21.50 €	21.07 €	225.32 €
			Katto	0	0.17	0€	10	0.930	21.50 €	20.00 €	199.95 €
			Yhteensä	6						Yhteensä:	866.94 €

Liite 13

